Digitized by Google

Digitized by Google

SAC
6633

HARVARD UNIVERSITY.

LIBRARY

OF THE

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOÖLOGY.

4066.

[redacted]

MAR 13 1900

September 27 1897

MCZ LIBRARY

Digitized by Google

Digitized by Google

BERICHTE

ÜBER DIE

VERHANDLUNGEN

DER KÖNIGLICH SÄCHSISCHEN

GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN

ZU LEIPZIG.

MATHEMATISCH-PHYSISCHE CLASSE

JAHRGANG 1849.

LEIPZIG

WEIDMANNSCHE BUCHHANDLUNG.

Digitized by Google

Digitized by Google

INHALT.

W. Weber, Bemerkungen zu Neumanns Theorie inducirter Ströme. S. 1

Lehmann, über einige quantitative Verhältnisse, die den Verdauungsprocess betreffen. . . . . - 8

Fechner, über die mathematische Behandlung organischer Gestalten und Processe. . . . . - 50

Möbius, über das Gesetz der Symmetrie der Krystalle und die Anwendung dieses Gesetzes auf die Eintheilung der Krystalle in Systeme. . . . . - 65

Volkmann, über einige Probleme der Hämodynamik und deren Lösbarkeit . . . . . - 75

Eduard Weber, über die Gewichtsverhältnisse der Muskeln des menschlichen Körpers im Allgemeinen. . . . . - 79

Marchand, über das Auftreten und die Ermittelung des Arseniks im thierischen Körper. . . . . - 86

Fechner, über das Causalgesetz. . . . . - 98

D'Arrest, Mittheilungen über den zweiten Cometen von 1849 und den neuentdeckten Planeten Hygiea. . . . . - 121

Digitized by Google

Marchand, vorläufige Mittheilung aus einer Untersuchung über das Leuchten des Phosphors. . . . . S. 126

Volkmann, physiologische Untersuchung über die Abhängigkeit des Pulses der Lymphherzen vom Nervensysteme . . . . - 133

E. H. Weber, über die Abhängigkeit der Entstehung der animalischen Muskeln von der der animalischen Nerven, erläutert durch eine von ihm und Eduard Weber untersuchte Missbildung. - 136

Derselbe, Zusätze zu seinen Untersuchungen über den Bau der Leber. . . . . - 151

Digitized by Google

SEP 27 1907

4066

BERICHTE

ÜBER DIE

VERHANDLUNGEN

DER KÖNIGLICH SÄCHSISCHEN

GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN

ZU LEIPZIG.

MATHEMATISCH-PHYSISCHE CLASSE.

1849.

I.

LEIPZIG.
WEIDMANN'SCHE BUCHHANDLUNG.
1849.

Digitized by Google

Uebersicht

über die in den Berichten der Königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften mitgetheilten Arbeiten der mathematisch-physischen Classe.

Aus den Jahren 1846 und 1847.

DROBISCH über Leibniz Bruchstücke einer von ihm erfundenen Characteristik und Grassmanns geometrische Analyse. Heft I.

MÖBIUS über die phoronomische Deutung des taylorschen Theorems. Heft III.

ERDMANN über Samenaschen und deren Analyse. Heft III.

E. H. WEBER und ED. WEBER Untersuchung der Wirkungen, welche die magneto-electrische Reizung der Blutgefässe bei lebenden Thieren hervorbringt. Heft III.

LEHMANN über den Gehalt des Blutes an kohlensaurem Alcali. Heft III.

LEHMANN über die saure Reaction des Magensaftes. Heft III.

DROBISCH über die Begründung eines Gesetzes zur Bestimmung des scheinbaren Alters des Menschen aus äusseren Merkmalen und den gesetzlichen Zusammenhang des scheinbaren Alters mit dem wirklichen. Heft III.

JABLONOWSKISCHE GESELLSCHAFT. Astronom. Preisaufgabe. Heft III.

SEEBECK über die Schwingungen gespannter und nichtgespannter Stäbe. Heft V.

NAUMANN über die cyclocentrische Conchospirale und über das Windungsgesetz von Planorbis corneus. Heft V.

MÖBIUS Verallgemeinerung des pascalschen Theorems das in einem Kegelschnitte beschriebene Sechseck betreffend. Heft V.

E. H. WEBER über den Einfluss der Erwärmung und Erkältung der Nerven auf ihr Leitungsvermögen. Heft V.

B. A. v. LINDENAU über die Sonnenwärme. Heft VII.

E. H. WEBER über den Mechanismus der Einsaugung des Speisesaftes bei dem Menschen und bei einigen Thieren. Heft VII.

E. H. WEBER über den Descensus testiculorum bei dem Menschen und bei einigen Säugethieren. Heft VII.

REICH über die abstossende Wirkung eines Magnetpoles auf unmagnetische Körper. Heft VII.

HANSEN einleitender Vortrag bei der Uebergabe seiner Abhandlung über eine allgemeine Auflösung eines beliebigen Systems von linearischen Gleichungen. Heft X.

Digitized by Google

SITZUNG AM 17. MAERZ.

Herr *Wilhelm Weber* legt eine Abhandlung über *elektrodynamische Maassbestimmungen* als Fortsetzung seiner unter gleichem Titel in den bei Begründung der K. S. Gesellschaft der Wissenschaften von der Fürstl. Jablonowskischen Gesellschaft herausgegebenen Abhandlungen enthaltenen Untersuchungen vor. Die erstere Abhandlung hatte die Maassbestimmungen der elektrodynamischen Kräfte, die letztere hat dagegen die Maassbestimmung der elektrodynamischen Widerstände zum Gegenstande. Die Abhandlung zerfällt in 3 Theile: 1) Widerstandsmessung nach einem gegebenen Grundmaasse, 2) Zurückführung der Widerstandsmessungen auf absolutes Maass, 3) Zusammenhang der Widerstandsmessungen mit den übrigen elektrodynamischen Maassbestimmungen.

Da der Inhalt der Abhandlung zu einem kurzen Berichte sich nicht eignet, und die Abhandlung selbst bald gedruckt erscheinen wird, so soll gegenwärtige Mittheilung auf eine am Schlusse der Abhandlung beigefügte Bemerkung zu Neumann's Abhandlung beschränkt werden: «Ueber ein allgemeines Princip der mathematischen Theorie inducirter elektrischer Ströme.» Aus den Schriften der Berliner Akad. d. W. von 1847 besonders abgedruckt. Reimer 1848. In dieser Abhandlung hat Neumann folgendes Theorem aufgestellt:

«Wird ein geschlossenes, unverzweigtes, leitendes Bogensystem A, durch eine beliebige Verrückung seiner Elemente, aber ohne Aufhebung der leitenden Verbindung derselben, in ein anderes $A_{,,}$ von neuer Form und Lage übergeführt, und geschieht diese Veränderung von A, in $A_{,,}$ unter dem Einflusse eines elektrischen Stromsystems $B_{,,}$ welches gleichzeitig durch eine beliebige Verrückung seiner Elemente eine Veränderung in

Digitized by Google

Lage, Form und Intensität von B, in $B_{,,}$ erfährt, so ist die Summe der elektromotorischen Kräfte, welche in dem leitenden Bogensysteme durch diese Veränderungen inducirt worden sind, gleich dem mit der Inductions-Constante ε multiplicirten Unterschied der Potentialwerthe des Stromes $B_{,,}$ in Bezug auf $A_{,,}$ und des Stromes B, in Bezug auf $A_{,}$, wenn $A_{,,}$ und A, von der Strom-Einheit durchströmt gedacht werden.»

Nachdem Neumann in den 4 ersten §§. seiner Abhandlung dieses Theorem nebst dessen Folgerungen entwickelt hat, fährt er §. 5 fort: «W. Weber hat in seiner Abhandlung: Elektrodynamische Maassbestimmungen u. s. w. den Weg gebahnt, welcher über die Kluft in unserer Kenntniss der elektrostatischen und elektrodynamischen Wirkung der Elektricität führen wird. Er zeigt wie die Ampèreschen Gesetze für die Wirkung zweier Strom-Elemente aus der Wirkung der positiven und negativen Elektricität des einen Elements auf die beiden Elektricitäten des andern Elements abgeleitet werden können. Diese Analyse der Ampèreschen Gesetze führte zu dem Grundgesetz für die Wirkung zweier elektrischen Massen, nach welchem diese nicht allein von ihrer relativen Entfernung, sondern auch relativen Geschwindigkeit und deren Veränderung abhängig ist. Dieses Grundgesetz erklärt zugleich, wie Weber gezeigt hat, die Inductions-Erscheinungen und giebt ihre Gesetze. Der Gegenstand dieses §. ist nachzuweisen, wie weit die im Vorhergehenden enthaltenen Resultate mit den aus Weber's Grundgesetz der elektrischen Wirkung abgeleiteten Inductionsgesetzen übereinstimmen.» Neumann entwickelt nun aus dem Grundgesetze der «elektrodynamischen Maassbestimmungen» den allgemeinen Ausdruck der Induction und wendet ihn sodann auf die verschiedenen Arten der Induction an: 1) auf den Fall, wo weder die Strom- noch die Leiter-Elemente eine Ortsveränderung erleiden, und gelangt dafür zu einem Gesetz, was mit dem seinigen identisch ist; 2) auf den Fall, wo die Induction allein durch Ortsveränderung der Leiter-Elemente erregt wird, die unter dem Einflusse eines ruhenden oder constanten Stroms stattfindet; 3) auf den Fall, in welchem der inducierte Leiter ruht, und die Induction durch die Verschiebung des ganzen Leiters eines constanten Stroms erregt wird. In allen diesen Fällen ergeben sich die Gesetze mit Neumann's Gesetzen vollkommen übereinstimmend.

«Anders verhält es sich,» fährt Neumann fort, «mit der Gleichung, welche die von einem einfachen Stromumgang indu-

Digitized by Google

cirte elektromotorische Kraft unter der Annahme ausdrückt, dass derselbe aus einem bewegten Leiterstück und einem ruhenden besteht . . . . Die Summe der elektromotorischen Kraft, welche während des Umlaufs der Elemente des Inducenten erregt wird, ist nach beiden Formeln dieselbe, die Richtung des inducirten Stroms aber die entgegengesetzte.» Die Beobachtung entscheidet für Neumann's Formel. «Es muss also untersucht werden, worin bei Ableitung der Formel aus Weber's Grundgesetz gefehlt worden ist. Der Umstand, dass der in Rede stehende Widerspruch nur bei Inducenten mit Gleitstellen eintritt, führt die Betrachtung sogleich auf diese. Hier treten neue Elemente in die Strombahn ein, oder heraus, in welchen also die Stromstärke sich innerhalb einer sehr kurzen Zeit von 0 bis i oder von i bis 0 verändert, und die durch diese ihre Intensitäts-Veränderung einen inducirenden Effekt ausüben, welcher in meinen Formeln schon enthalten ist, der aber bei der Anwendung des Weber'schen Grundgesetzes noch berücksichtigt werden muss.»

Neumann findet hierauf wirklich den Fehler der Ableitung in der Vernachlässigung eines wesentlichen Theils der Induction; die Differenz der Resultate wird aber durch Berücksichtigung dieses Fehlers nur zur Hälfte ausgeglichen.

Ungeachtet nun die von Hrn. Neumann gemachten Versuche, welche von dem Verf. wiederholt worden sind, keinen Zweifel lassen, welches Resultat das richtige sei; so fährt Hr. Neumann doch fort: «Weber's Grundgesetz der elektrischen Wirkung hat sich in so vielen und verschiedenartigen Fällen bewährt, dass dasselbe durch die vorstehenden Bemerkungen nicht zweifelhaft gemacht werden kann, vielmehr muss die Art, wie es auf den vorliegenden Fall zur Anwendung gebracht ist, in Zweifel gezogen werden.»

Hieran schliesst sich nun die vom Verf. am Schlusse seiner Abhandlung gegebene Ergänzung der Neumann'schen Rechnung an. Hr. Neumann hat nämlich, wie angeführt worden ist, aus dem Grundgesetze der «elektrodynamischen Maassbestimmungen» die Formeln für zwei Theile der elektromotorischen Kraft entwickelt, welche bei einem einfachen Stromumgange auf einen ruhenden Leiter ausgeübt wird, in dem Falle, wo die Kette des inducierenden Stroms aus einem bewegten Leiterstück und einem ruhenden besteht. Diese beiden Formeln sind in der That ganz richtig und stehen in vollständiger Uebereinstimmung mit den in den «elektrodynam. Maassbestimmungen» für die nämlichen bei-

Digitized by Google

den Theile entwickelten Formeln. Nachdem der Verf. dieses nachgewiesen hat, zeigt derselbe, dass es sich wesentlich um die Frage handele, ob die beiden Theile der elektromotorischen Kraft, für welche diese Formeln gelten, einander so ergänzen, dass sie zusammen wirklich die ganze elektromotorische Kraft in dem betrachteten Falle darstellen, oder ob es in diesem Falle noch einen dritten Theil gebe, für welchen Neumann aus dem Grundgesetz der «elektrodynamischen Maassbestimmungen» die Formel noch nicht entwickelt habe. Der Verf. weist einen solchen dritten Theil wirklich nach, entwickelt dann aus dem Grundgesetz der «elektrodynamischen Maassbestimmungen» die Formel auch für diesen Theil und zeigt, wie die ganze Summe, welche die Formeln aller drei Theile ergeben, in vollständiger Uebereinstimmung mit dem Neumann'schen Gesetze und also auch mit der Erfahrung steht.

In dem betrachteten Falle zerfällt nämlich die Kette, durch welche der inducierende Strom geht, in zwei wesentlich von einander zu unterscheidende Theile, nämlich in das bewegte Leiterstück und in das ruhende. Die erste Formel, welche Neumann aus dem Grundgesetz der «elektrodynamischen Maassbestimmungen» entwickelt hat, stellt denjenigen Theil der elektromotorischen Kraft dar, welchen die Electricität während sie das bewegte Leiterstück durchläuft, ausübt. Die zweite Formel stellt denjenigen Theil der elektromotorischen Kraft dar, welchen die Elektricität ausübt, während sie solche Elemente des ruhenden Leiterstücks durchläuft, durch welche der Strom vorher nicht gegangen war (oder während sie solche Elemente des ruhenden Leiterstücks zu durchlaufen aufhört, durch welche der Strom vorher gegangen war).

So wie es nun aber nicht genügt, wenn die Intensität eines inducierenden Stroms sich plötzlich ändert, die Bewegung der elektrischen Fluida vor und nach dieser Aenderung in Rechnung zu bringen, sondern auch der Uebergang der einen Bewegung in die andere nothwendig berücksichtigt werden muss; so genügt es auch nicht, dass in dem betrachteten Falle die Bewegungen der elektrischen Fluida sowohl während der Zeit, wo sie sich in dem bewegten Leiterstück, als auch während der Zeit, wo sie sich in dem ruhenden befinden, in Rechnung gebracht worden sind, sondern es muss endlich auch noch die Aenderung ihrer Bewegung bei dem Uebergange berücksichtigt werden, und diese giebt den dritten Theil der elektromotorischen Kraft in dem

Digitized by Google

betrachteten Falle, wofür die Formel aus dem Grundgesetze der «elektrodynamischen Maassbestimmungen» von Neumann noch nicht entwickelt worden ist.

Ist α das Stromelement im Uebergangspunkte und bezeichnet u die Geschwindigkeit, mit welcher das Ende des bewegten Leiterstücks fortrückt, so leuchtet ein, dass z. B. die positive Elektricität, welche von dem bewegten Leiterstück zum ruhenden übergeht, in dem Zeitelemente dt, wo sie durch α fliesst, die Geschwindigkeit u verliert, was so viel ist, als wenn sie die Geschwindigkeit $-u$ erhielte; und dass die negative Elektricität, welche von dem unbewegten Leiterstück zum bewegten übergeht, in dem nämlichen Zeitelemente die Geschwindigkeit $+u$ erhält.

Bezeichnet man hiernach allgemein denjenigen Theil der Bewegung, welchen die elektrischen Fluida in einem Stromelemente mit ihrem Träger theilen, mit v; so wird, wenn die Geschwindigkeit dieses Trägers sich nicht ändert, in der Regel auch der mit v bezeichnete Theil der Bewegung der elektrischen Fluida keine Aenderung erleiden; diese Regel erleidet aber in dem betrachteten Falle in dem Uebergangselemente α eine Ausnahme; denn aus dem Gesagten folgt, dass, während in der Bewegung des bewegten Leiterstückes sich gar nichts ändert, doch der mit v bezeichnete Theil der Bewegung der in α enthaltenen positiven Elektricität in dem Zeitelemente dt, wo sie α durchfliesst, eine Abnahme $-u$ erleidet, und der gleichfalls mit v bezeichnete Theil der Bewegung der in α enthaltenen negativen Elektricität in demselben Zeitelemente eine Zunahme $+u$ erleidet.

Genau genommen darf das Uebergangselement α gar nicht als ein Stromelement betrachtet werden, weil die Bewegungen der elektrischen Fluida in diesem Elemente denjenigen Bedingungen nicht Genüge leisten, welche in der Definition galvanischer Ströme enthalten sind.

Das für die elektrischen Wirkungen in den «elektrodynamischen Maassbestimmungen» aufgestellte Grundgesetz gilt nun zwar allgemein, welche Bewegungen auch die elektrischen Fluida haben mögen; die Anwendungen aber, welche von diesem Grundgesetze daselbst gemacht worden sind, beziehen sich, wie dort ausdrücklich bemerkt worden ist, nur auf solche elektrische Fluida, die sich in wirklicher Strombewegung befinden. Auch das daselbst entwickelte allgemeine Gesetz der Volta-Induction giebt daher nur den Ausdruck der von einem wirklichen Strom-

Digitized by Google

elemente ausgeübten elektromotorischen Kraft und findet daher auf das Uebergangselement α in dem hier betrachteten Falle keine unmittelbare Anwendung.

Da nun aber für diese Beschränkung der Anwendung des allgemeinen Grundgesetzes kein anderer Grund vorlag, als dass die meisten anderen Bewegungen der elektrischen Fluida, ausser in den Stromelementen, für eine solche Anwendung noch nicht genau genug bestimmt waren, so leuchtet von selbst ein, dass, sobald diese Bestimmung für irgend einen anderen Fall, der in Stromelementen nicht vorkommt, gegeben wird, wie dies in dem Uebergangselemente des betrachteten Falls eben geschehen ist, der Anwendung des allgemeinen Grundgesetzes auch auf diesen Fall nichts entgegensteht.

Der Verf. entwickelt nun wirklich aus dem angeführten Grundgesetze den vollständigen Ausdruck der von dem Uebergangselemente ausgeübten elektromotorischen Kraft, und es ergiebt sich daraus ein aus drei Theilen zusammengesetzter Ausdruck, von denen die beiden ersten Theile mit dem in den «elektrodynamischen Maassbestimmungen» für ein Stromelement gegebenen Ausdrucke identisch sind. Der hinzukommende dritte Theil ist in dem von Neumann betrachteten Falle dem zweiten von jenen beiden Theilen gleich, dessen Werth dadurch verdoppelt wird, und diese Verdoppelung ist es, welche auch schon Neumann für nothwendig erkannt hat.

In den «elektrodynamischen Maassbestimmungen» ist folgender allgemeiner Ausdruck der von einem inducierenden Elemente α auf ein induciertes Element α' ausgeübten elektromotorischen Kraft gegeben:

$$-\frac{\alpha\alpha'}{rr}\, i\,(\sin\theta\,\sin\eta\cos\varepsilon - \tfrac{1}{2}\cos\theta\cos\eta)\,av\,\cos\theta' - \tfrac{1}{2}\,\frac{\alpha\alpha'}{r}\,a\,\cos\theta\,\cos\theta'\cdot\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}\,.$$

Dieser Ausdruck gilt bloss für wirkliche inducierende Stromelemente. Sollen unter α auch solche Uebergangselemente umfasst werden, von denen oben die Rede war, so erhält man mit Anwendung derselben, a. a. O. Art. 30. erklärten Bezeichnungen folgenden Ausdruck:

$$-\frac{\alpha\alpha'}{rr}\, i\,(\sin\theta\,\sin\eta\cos\varepsilon - \tfrac{1}{2}\cos\theta\cos\eta)\,av\cos\theta'$$

Digitized by Google

$$-\tfrac{1}{2}\frac{\alpha\alpha'}{r}\,a\,\cos\,\theta\,\cos\,\theta'\,\cdot\,\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}$$
$$+\tfrac{1}{4}\frac{\alpha\alpha'}{r}\,aae.\,\cos\,\theta\,\cos\,\theta'\left(\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}-\frac{\mathrm{d}w}{\mathrm{d}t}\right),$$

wo $\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}$ und $\frac{\mathrm{d}w}{\mathrm{d}t}$ die für die positive und negative Elektricität zu unterscheidende Aenderung desjenigen Theils ihrer Geschwindigkeit bezeichnet, welche ihr mit ihrem Träger gemeinsam ist. Für irgend ein wirkliches Stromelement α ist nun

$$\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}=\frac{\mathrm{d}w}{\mathrm{d}t},$$

wodurch dieser Ausdruck dem vorigen gleich wird. Für das oben betrachtete Uebergangselement ist aber

$$\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}=-\frac{\mathrm{d}w}{\mathrm{d}t},$$

und zwar ist für diejenige Dauer von $\mathrm{d}t$, in welcher die Elektricität die Länge des Stromelements α durchläuft, das ist für $\mathrm{d}t=\frac{\alpha}{u}$,

$$dv=-dw=v,$$

wodurch folgender aus drei Gliedern bestehender Ausdruck erhalten wird:

$$-\frac{\alpha\alpha'}{rr}i\,(\sin\,\theta\,\sin\,\eta\,\cos\,u-\tfrac{1}{2}\,\cos\,\theta\,\cos\,\eta)\,av\,\cos\,\theta'$$
$$-\tfrac{1}{2}\frac{\alpha\alpha'}{r}\,a\,\cos\,\theta\,\cos\,\theta'\,\cdot\,\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}$$
$$+\tfrac{1}{2}\frac{a'}{r}\,aae.\,\cos\,\theta\,\cos\,\theta'\,.\,uv.$$

Für alle diejenigen Elemente α, von denen der erste von Neumann berechnete Theil der Induction herrührt, fällt ausser dem dritten Gliede auch das zweite weg, weil bei ihm $\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}=0$ ist, und es bleibt nur das erste Glied

$$-\frac{\alpha\alpha'}{rr}\,i\,(\sin\,\theta\,\sin\,\eta\,\cos\,u-\tfrac{1}{2}\,\cos\,\theta\,\cos\,\eta)\,av\,\cos\,\theta'.$$

Für alle diejenigen Elemente α, von denen der zweite von Neumann berechnete Theil der Induction herrührt, fällt ausser dem dritten Gliede auch das erste weg, weil bei ihnen $v=0$ ist, und es bleibt nur das zweite Glied

Digitized by Google

$$-\tfrac{1}{2}\frac{\alpha\alpha'}{r}\,a\,\cos\theta\,\cos\theta'\cdot\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t},$$

und zwar ist für diejenige Dauer von dt, in welcher im Elemente α der Strom i entsteht, d. i. für $dt = -\frac{\alpha}{v}$,

$$\mathrm{d}i = aeu,$$

die elektromotorische Kraft also

$$-\tfrac{1}{2}\frac{\alpha\alpha'}{r}\cdot aae\,.\,\cos\theta\,\cos\theta'\,.\,u,$$

oder, weil $\alpha = -vdt$ ist,

$$+\tfrac{1}{2}\frac{\alpha'}{r}\cdot aae\,.\,\cos\theta\,\cos\theta'\,.\,uvdt.$$

Für die Uebergangselemente α endlich, für welche Neumann die Induction nicht berechnet hat, erhält man bei Verkleinerung ihrer Länge, wodurch die beiden ersten Glieder verschwinden, den Grenzwerth

$$+\tfrac{1}{2}\frac{\alpha'}{r}\cdot aae\,.\,\cos\theta\,\cos\theta'\,.\,uv,$$

oder den Betrag der elektromotorischen Kraft für die Dauer des Zeitelementes dt,

$$+\tfrac{1}{2}\frac{\alpha'}{r}\cdot aae\,.\,\cos\theta\,\cos\theta'\,.\,uvdt,$$

wonach dieser hinzukommende dritte Theil dem von Neumann berechneten zweiten Theile gleich ist, was zu beweisen war.

Hierauf sprach Herr *Lehmann* über einige *den Verdauungsprocess betreffende quantitative Verhältnisse.*

Man hat in neuerer Zeit den Process der Magenverdauung oft als schlagendes Beispiel einer rein chemischen Action im lebenden Thierkörper angeführt: allein leider sind wir noch weit davon entfernt, diesen Process in dem Aufeinanderwirken der einzelnen dabei concurrierenden Substrate und den Resultaten der Wirkungen und Gegenwirkungen wissenschaftlich erforscht zu haben. Das eigentliche Ferment der Verdauung, das wir immerhin Pepsin nennen können, ist noch wenig untersucht, ja viele zweifeln noch an dessen Existenz oder Wirkungsfähigkeit; dass die Magensäure freie Milchsäure (neben Chloralkalien) oder Milchsäure neben etwas Salzsäure (und den entsprechenden Alkalisalzen) sei, glaube ich erst vor Kurzem mit Bestimmtheit

Digitized by Google

nachgewiesen zu haben. Von dem Einflusse des Wassergehaltes, des Fettes und anderer bei der Magenverdauung concurrierender Substanzen hat noch wenig verlautet; man hat endlich, was wohl am meisten zu beklagen, noch keinen Begriff von der chemischen Natur der Stoffe, die als Producte aus der Verdauung im Magen hervorgehen. Seit längerer Zeit bemüht, mehrere der noch unbekannten Elemente jenes Processes zu erforschen, habe ich meine Aufmerksamkeit besonders auf die Untersuchung des verdauenden Princips so wie der Verdauungsproducte des Albumins, Caseins, Fibrins, Legumins, Leims u. dergl. gerichtet. Die Resultate dieser Untersuchungen hoffe ich einer später einzureichenden Abhandlung über den Verdauungsprocess einzuverleiben.

Bei Anstellung der jetzt mitzutheilenden Versuche leitete mich vorzugsweise der Gedanke, dass es auch für den Chemismus der Magenverdauung einen allgemeineren in Zahlen darstellbaren Ausdruck geben müsse. Uebrigens mussten bei dem Streben, einzelne arithmetische Functionen für die chemische Dignität des Verdauungsprocesses zu suchen, mehrere von folgenden Fragen ihre Beantwortung finden: Welche Zahlenverhältnisse zwischen dem Verdauungsfermente, der freien Säure und dem Wasser sind die günstigsten, um die möglich grösste Menge eines stickstoffhaltigen Nahrungsstoffs (Eiweiss, Leim u. s. w.) in sein entsprechendes Pepton umzuwandeln?

Wirken die verschiedenen der Magensäure substituierten organischen oder anorganischen Säuren nach ihren chemischen Aequivalenten oder ist deren Wirkung durch andere Bedingungen modificiert?

In welchem Zahlenverhältnisse stehen die verschiedenen eiweiss- oder leimartigen Stoffe unter einander rücksichtlich ihrer Löslichkeit durch Magensaft?

Aus den folgenden Versuchsreihen, die sich zunächst auf die Wirkungsfähigkeit künstlicher Verdauungsgemische beziehen, wage ich zwar noch nicht eine allgemeine Formel für den Chemismus der Magenverdauung zu abstrahieren; auch finden in diesen die oben angeregten Fragen nicht ihre volle Erledigung; allein da die erlangten Zahlenresultate über einzelne jenen Process betreffende Punkte bereits ein ganz entschiedenes Ergebniss liefern, so erlaubte ich mir die in dem Folgenden verzeichneten Versuchsreihen wenigstens als vorläufige Mittheilung vorzulegen.

Digitized by Google

Die Herstellung eines dem natürlichen Magensafte möglich ähnlichsten Verdauungsgemisches bietet mancherlei Schwierigkeiten dar. Man hat bisher in den meisten Fällen ein sehr compliciertes Gemeng in Umwandlung begriffener Substanzen als Verdauungsmittel benutzt; man setzte den Magen (meist von Schweinen) mit Wasser einer höheren Temperatur aus und zwar so lange, bis er Zeichen von Fäulniss entwickelte, und erhielt auf diese Weise in dem endlich gewonnenen Gemische neben fauligen Substanzen auch eine Menge bereits verdauter Stoffe. Elsässer hat bereits auf diese Uebelstände aufmerksam gemacht.

Die Art, wie die zu folgenden Versuchen verwendeten Sorten von künstlichem Magensaft hergestellt wurden, war folgende:

Von dem gehörig gereinigten Magen eben getödteter Schweine ward der Theil der Schleimhaut abpräpariert, welcher hauptsächlich die Magensaftdrüsen enthält; dieser Theil zeichnet sich in der Regel durch eine bloss braunrothe Färbung aus und erstreckt sich von der Mitte der grossen Curvatur an der vordern und hintern Wand nach der kleinen Curvatur hin und zwar etwas mehr nach dem Magengrunde als nach dem Pylorustheile. Da dieses abpräparierte Schleimhautstück noch eine ziemlich dichte Lage von submucösem Bindegewebe oder der sogenannten Gefässhaut enthält, von welcher die Magensaftdrüschen gewissermassen zusammengehalten werden, so darf auch dieses nicht unmittelbar zur Darstellung der Verdauungsflüssigkeit verwendet werden, weil sich sonst derselben eine Menge verdauter Leimsubstanz beimengen würde. Gänzlich lässt sich freilich dieser Uebelstand nicht vermeiden, da sich bei jeder Behandlungsweise dem Drüseninhalte heterogene Gewebselemente beimischen werden. Um aber den Drüseninhalt so rein als möglich zu erhalten, wurde das fragliche Schleimhautstück, nachdem es ein bis 2 Stunden bei gewöhnlicher Temperatur in destilliertem Wasser gelegen, mit einem stumpfen Messer oder Spatel gelind abgeschabt, wobei man auf der Klinge einen blassgrauröthlichen, zähen Schleim erhielt; dieser ward in destilliertes Wasser gebracht und unter öfterm Umschütteln 2 bis 3 Stunden bei gewöhnlicher Temperatur stehen gelassen; dann erst ward etwas freie Säure zugesetzt und das Gemisch eine halbe bis eine ganze Stunde lang im Brutofen einer Temperatur von 35° bis 38° C. ausgesetzt. Nach Verlauf dieser Zeit hatte die Flüssigkeit viel von ihrer Zähigkeit verloren und war nur noch wenig getrübt; sie ging leicht durchs Filter und lieferte dann eine vollkommen limpide, nur

Digitized by Google

sehr schwach gelblich gefärbte Flüssigkeit, die als Verdauungsmittel benutzt wurde.

Zum Zwecke der beabsichtigten quantitativen Bestimmungen musste vorher das Verdauungsmittel selbst quantitativ analysiert werden. Es war hauptsächlich die Menge der darin enthaltenen freien Säure, die des Wassers, des Pepsins und der bereits verdauten Substanz zu eruiren. Nachdem ich mich überzeugt hatte, dass keine schwefelsauren Alkalien und nur geringe Mengen von phosphorsauren in der Flüssigkeit enthalten waren, wurde die freie Säure mit Barytwasser gesättigt und erhitzt, zur Entfernung des überschüssig zugesetzten Baryts Kohlensäure durch die Flüssigkeit geleitet, und dann der gelöste Baryt durch Schwefelsäure bestimmt; aus dem schwefelsauren Baryt wurde die Menge der freien Säure berechnet.

Schwieriger war die Bestimmung des festen Rückstandes oder des Wassergehalts des Magensaftes. Wird nämlich salzsäurehaltiger Magensaft concentriert, so wirkt die Salzsäure nicht nur zersetzend auf die organischen Bestandtheile ein, so dass der Rückstand oft blau wird, sondern es kann auch, zum Theil dieses selben Umstandes wegen, die freie Säure nicht vollständig ausgetrieben werden, und es hinterbleibt ein äusserst hygroskopischer und darum kaum sicher wägbarer Körper. Deshalb musste die freie Säure durch irgend eine Basis gesättigt werden. Am vortheilhaftesten fand ich zu dem Zwecke feinvertheiltes (d. h. durch Wasserstoffgas reduciertes und durch starkes Glühen minder oxydierbar gemachtes) Eisen. Der abgewogenen Menge zu verdunstenden Magensafts ward eine abgewogene Quantität solchen Eisens zugesetzt und von der Menge des erhaltenen festen Rückstands die Menge des zugesetzten Eisens und des Chlors der freien Salzsäure abgezogen. Obgleich diese Bestimmungsmethode keineswegs tadelfrei ist, so gab sie bei mehrfachen Versuchen unter anderen doch die übereinstimmendsten und zuverlässigsten Resultate.

Zur quantitativen Bestimmung der Mineralsalze des Magensafts konnte jener eisenchlorürhaltige Rückstand nicht benutzt werden, da die Flüchtigkeit des beim Einäschern entstehenden Eisenchlorids, die Bildung von phosphorsaurem Eisenoxyd und dergl. die Bestimmung höchst unsicher gemacht haben würden. Deshalb verwendete ich zu dem Zwecke eine neue Quantität Magensaft, welche ohne Zusatz von Eisen eingedampft und verkohlt wurde; die Kohle wird dann durch Wasser von löslichen

Digitized by Google

Salzen befreit und erst dann vollkommen eingeäschert. Bei der Analyse natürlichen oder mit Milchsäure versetzten künstlichen Magensafts war indessen jene Methode nicht anwendbar, da hier beim Abdampfen ein Theil des Chlors der Chloride fortgehen und die milchsauren Alkalien dann kohlensaure liefern würden; hier musste wenigstens die directe Bestimmung des ganzen Chlorgehalts des Magensafts vorangegangen sein. Leider konnte der Ammoniakgehalt, der in künstlichem Magensafte zwar gering aber doch immer vorhanden war, ohne zu grosse Weitläufigkeiten in den meisten Fällen nicht bestimmt werden.

Am unzuverlässigsten war die Bestimmung des Pepsins, als welches die coagulable Materie des Magensaftes berechnet wurde. Welcher Gründe wegen ich mich hierzu für berechtigt hielt, werde ich später bei der speciellen Untersuchung des Pepsins weiter auseinandersetzen.

Auf solche Weise war wenigstens das Verhältniss der Hauptbestandtheile jedes Magensafts bestimmt; die Differenz zwischen dem gefundenen Pepsin und der organischen Materie des festen Rückstands ward als die Menge des in dem Gemisch enthaltenen Peptones (d. h. bereits verdauter Substanz) angesehen. Controlierende Analysen nach zuverlässigen aber freilich weit umständlichern Methoden erwiesen, dass diese Methode, die Zusammensetzung eines Verdauungsmittels zu bestimmen, immer noch zu den genauesten Resultaten führte; namentlich schien der Peptongehalt auf jene Weise berechnet, sehr genau bestimmt, indem ich bei mehreren Analysen, wo ich den in absolutem Alkohol unlöslichen Theil als Pepton ansah, mit jener Berechnungsweise vollkommen übereinstimmende Resultate erhielt.

Wir kommen nun zu dem eigentlichen Gegenstande unserer Mittheilung, nämlich zur Bestimmung der Mengen geronnenen Nahrungsstoffs, die innerhalb einer bestimmten Zeit verdaut werden oder überhaupt von einer Flüssigkeit von bekannter Zusammensetzung verdaut werden können. Wollte man etwa, wie das wirklich auch einmal zum Zwecke diätetischer Untersuchungen versucht worden ist, eine abgewogene Menge feuchter oder getrockneter Nährsubstanz in die Verdauungsflüssigkeit bringen und aus dem Gewichtsverluste der ersteren die Menge des Verdauten berechnen, so würde dies in jedem Falle höchst unreinliche Versuche geben; denn nähme man die Nährsubstanz feucht, so wäre aus leicht begreiflichen Gründen eine genaue Bestimmung ganz unmöglich; würde dagegen dieselbe wohl getrocknet

Digitized by Google

angewendet, so würde diese, da sie gewöhnlich hornartig ist, äusserst langsam und unvollständig aufgelockert und nur zum geringen Theile wirklich verdaut. Deshalb schlug ich folgendes Verfahren ein, welches, wenn auch nicht völlig tadelfrei, doch die Möglichkeit darbot, in kurzer Zeit eine grössere Menge gerade nicht ungenauer und wenigstens vergleichsfähiger Bestimmungen zu machen: eine beliebige Menge klaren, seiner Zusammensetzung nach bekannten Magensafts ward mit einer solchen Menge der fraglichen, feuchten und möglichst lockern Nährsubstanz versetzt, die voraussichtlich nicht vollständig von dem Safte aufgelöst werden konnte, und darauf das Gemisch im Brutofen einer Temperatur zwischen 35 und 40° C. ausgesetzt. Nach Verlauf von 8 bis 72 Stunden wurde zu wiederholten Malen eine geringe Menge des Verdauungsgemisches auf ein Filter gegeben, und die abfiltrierte Flüssigkeit, die nun als ursprünglicher Magensaft mit aufgelöstem Pepton anzusehen war, zur Bestimmung des festen Rückstandes mit etwas feinvertheiltem Eisen versetzt, im Wasserbade verdunstet und dann unter der Luftpumpe auf einem kleinen bis 120° C. erhitzten Sandbade neben Schwefelsäure getrocknet. Zu jeder einzelnen Bestimmung wurden 5 bis 14 grm. des filtrierten Verdauungsgemisches verwendet; wiederholt wurden die Versuche aber mit jedem Verdauungsgemisch so lange, bis sich keine Gewichtszunahme der festen Bestandtheile mehr fand, oder bis die Flüssigkeit Spuren von Fäulniss zeigte, wo dann natürlich der ganze Versuch als ungültig angesehen werden musste. Um eine Concentration des Verdauungsgemisches im Brutofen durch Verdunstung möglichst zu vermeiden, war dasselbe immer in einer wohlverkorkten Flasche eingeschlossen, dieselbe jedoch nie ganz gefüllt, damit die Flüssigkeit, gleich der im Magen, nicht von allem Sauerstoffzutritte abgesperrt war. Bei der Bestimmung des festen Rückstandes musste auch hier, aus demselben Grunde, wie bei der des reinen Magensafts, Eisen zugesetzt werden; wie bei diesem wurde der feste Rückstand des Verdauungsgemisches durch Abzug des zugesetzten Eisens und der freien Säure des Magensafts berechnet. Ein ganz genaues Resultat kann diese Bestimmung freilich nicht geben, denn einestheils ist während der künstlichen Verdauung ein wenn auch nur sehr geringer Theil der freien Säure an Ammoniak gebunden und während des Abdampfens ein Theil des Eisens in Oxyd verwandelt worden; daher der feste Rückstand des Verdauungsgemisches immer etwas mehr betragen wird, als

Digitized by Google

er nach einer andern genauern, aber jedenfalls umständlichern Methode ergeben würde.

Unter den stickstoffhaltigen Nährstoffen wurde besonders geronnenes Eiweiss zu den Versuchen verwendet, dieses aber in drei verschiedenen Formen: α Eiweiss ist in Stückchen geschnittenes Eiweiss von hartgekochten Eiern, wie man das sonst gewöhnlich zu Verdauungsversuchen verwendet; dass die quantitativen Bestimmungen mit solchem Eiweiss keinen Anspruch auf grosse Genauigkeit machen können, ist leicht ersichtlich, wenn man sich erinnert, dass durch das Alkali desselben ein Theil der freien Säure des Magensafts getilgt wird, und dass selbst dieses Alkali nicht nur in verschiedenen Eiern, sondern selbst in dem Albumen eines und desselben Eies in variabeln Mengen enthalten ist.

β Eiweiss sind dieselben Stückchen Eiereiweisses, nachdem dieselben ungefähr 24 Stunden lang mit salzsäurehaltigem Wasser bei mittlerer Temperatur digeriert und dann so lange mit destilliertem Wasser ausgewaschen worden sind, bis alle freie Säure wieder daraus entfernt ist.

γ Eiweiss ist von Alkalisalzen und einem Theile der Erdsalze befreites Eieralbumin, erhalten auf folgende Weise: das ungeronnene Eiweiss aus Hühnereiern wurde mit Wasser zusammengerieben, dann mit einer grössern Menge Wasser versetzt, filtriert, mit Essigsäure etwas angesäuert und gekocht; das Präcipitat ward dann bis zum Verschwinden aller sauren Reaction mit Wasser ausgewaschen.

Der zu den Versuchen verwendete Faserstoff war solcher aus Rindsblut, nicht durch Schlagen, sondern durch Auswaschen des zerstückelten Blutkuchens gewonnen; wohl getrocknet gab er an Aether 1,046 % Fett ab und lieferte beim Einäschern 3,899 % Mineralbestandtheile.

Das weiter unten benutzte Casein war aus Kuhmilch nach der Rochleder'schen Methode dargestellt und mit Wasser so lange ausgesüsst worden, bis die ablaufende Flüssigkeit weder sauer reagirte noch einen erheblichen Rückstand hinterliess. Getrocknet enthielt dasselbe 0,914 % Fett und gab beim Einäschern 5,066 % Mineralbestandtheile. Vollkommen entfettet durfte das Casein eben so wenig werden als die andern stickstoffhaltigen Nährsubstanzen; denn einerseits würden diese Stoffe durch die Extraction mit Alkohol und Aether so verdichtet und ausgetrocknet worden sein, dass sie zu solchen Versuchen völlig untauglich gewor-

Digitized by Google

den wären, andererseits ist aber auch die Gegenwart von etwas Fett zur Vollführung dieses Processes nothwendig, wie ich in einem späteren Berichte durch die bezüglichen Versuche nachweisen werde.

Das Globulin, welches zu einigen Versuchen benutzt wurde, war aus Krystalllinsen von Kalbsaugen erhalten, indem die zerriebenen Linsen mit Wasser ausgelaugt und die filtrierte Flüssigkeit erst mit etwas Essigsäure gekocht wurde, dann aber, da sich kein gut filtrierbares Coagulum bildete, noch mit Ammoniak erhitzt wurde; das ausgeschiedene Globulin war nun gut filtrierbar und wurde mit Wasser vollständig ausgesüsst; es enthielt getrocknet 0,497 % Fett und 2,842 % Mineralstoffe.

Erste Versuchsreihe.

Magensaft A.

Diese nach den oben angegebenen Methoden aus Schweinsmagen dargestellte und analysierte Flüssigkeit enthielt an:

Pepsin	= 0,066
Pepton	= 1,186
Salzen	= 0,541
Chlorwasserstoff . .	= 0,820
Wasser	= 97,387
	100,000

Der feste Rückstand dieser vollkommen klaren Flüssigkeit betrug nach Abzug des beim Verdunsten zugesetzten Eisens und der freien Salzsäure = 1,793 %. Wir werden aber in den folgenden Zahlenangaben unter festem Rückstand stets den eisen- und salzsäurefreien Rückstand verstehen, und der Kürze halber nicht erst das direct gefundene Gewicht des eisen- und eisenchlorürhaltigen Rückstandes anführen.

Von diesem künstlichen Magensafte ward eine Probe *a* mit *α* Eiweiss und eine zweite *b* mit *γ* Eiweiss versetzt und in den Brutofen gebracht.

Nach 18 Stunden hinterliessen 16,031 grm. von dem Verdauungsgemisch *a* abfiltrierter Flüssigkeit = 0,503 grm. oder 3,138 % festen Rückstand; dieser künstliche Magensaft würde also in 18 St. = 1,345 % des *α* Eiweisses verdaut und aufgelösst haben (da der Magensaft vorher für sich = 1,793 % Rückstand hinterliess).

Digitized by Google

Nach derselben Zeit lieferten 13,292 gr. von dem Verdauungsgemisch *b* abfiltrierter Flüssigkeit = 0,585 gr. oder 4,401 % festen Rückstand; demnach waren vom *γ* Eiweiss in derselben Zeit = 2,608 % verdaut worden.

Nach 30 Stunden gaben 14,708 gr. von dem Verdauungsgemisch *a* abfiltrierter Flüssigkeit = 0,462 gr. oder 3,144 % festen Rückstand; also waren in 30 Stunden 1,351 % *α* Eiweiss in Pepton übergegangen.

Nach derselben Zeit gaben 12,866 gr. der filtrierten Flüssigkeit *b* 0,570 gr. oder 4,436 % festen Rückstand; also waren von 100 Th. des Magensafts *A* 2,643 Th. *γ* Eiweiss aufgelöst worden.

Nach 44 Stunden hinterliessen 14,771 von der Probe *a* abfiltrierter Flüssigkeit = 0,466 gr. oder 3,155 % festen Rückstand, dagegen 14,894 gr. von der Probe *b* abfiltrierter Flüssigkeit = 0,668 gr. oder 4,485 % festen Rückstand; demnach nahmen 100 Th. des Magensafts *A* in 44 St. 1,362 Th. *α* Eiweiss und 2,692 Th. *γ* Eiweiss auf.

Das augenfälligste Resultat dieser Wägungen ist zunächst dieses, dass die Verdauungsflüssigkeit fast doppelt so viel salzfreies Albumin auflöst, als gewöhnliches salzhaltiges Eiweiss, wie es in den Eiern enthalten ist. Der Grund dieser durch alle weiter mitzutheilenden Versuche bestätigten Erfahrung darf gewiss nicht allein darin gesucht werden, dass durch das kohlensaure Alkali oder das Natronalbuminat des Eierweisses ein Theil der freien Säure des Magensafts gesättigt wird, sondern in der gleichzeitigen Gegenwart der Alkalisalze und der durch die Anwesenheit der Erdphosphate bedingten Schwerlöslichkeit des Eiweisses. Bei den später mitgetheilten Versuchen mit durch verdünnte Salzsäure ausgelaugtem und nachher ausgewaschenem Eiweiss wird sich diese Deutungsweise jener Erfahrung bestätigt finden.

Um den Vergleich mit den Resultaten späterer Versuche zu erleichtern, berechnen wir die Ergebnisse dieser ersten Untersuchung in folgender Weise (wobei zu bemerken ist, dass das in dem ursprünglichen Magensafte bereits enthaltene Pepton dem gebildeten Eiweisspepton zugerechnet ist):

Von einer Flüssigkeit, welche 0,066 % Pepsin und 0,820 Chlorwasserstoff enthält, nehmen

100 Th. = 2,548 Th. *α* Eiweiss und 3,878 *γ* Eiweiss auf,

Digitized by Google

oder 100 Th. Pepsin verdauen 3860 Th. α Eiweiss und 5876 Th. γ Eiweiss,

„ 100 „ Chlorwasserstoff 311 Th. α Eiweiss und 472 Th. γ Eiweiss.

Magensaft Aa_2.

Von dem Magensafte A wurden 385 gr. mit einem gleichen Gewichte destillierten Wassers verdünnt, so dass der Magensaft Aa_2 folgende Zusammensetzung hatte:

Pepsin	= 0,033
Pepton	= 0,593
Salze	= 0,270
Chlorwasserstoff . .	= 0,410
Wasser	= 98,694
	100,000

Fester Rückstand = 0,896 %

Von diesem Verdauungsmittel wurde eine Probe a mit α Eiweiss und eine zweite b mit γ Eiweiss in den Brutofen gebracht.

Nach 19 Stunden hinterliessen 14,027 gr. der Probe a = 0,305 gr. oder 2,174 % festen Rückstand, also waren 1,278 % α Eiweiss aufgenommen worden.

Nach 19 St. gaben 14,203 gr. der Probe b = 0,378 gr. oder 2,661 % festen Rückstand, demnach waren 1,765 % γ Eiweiss aufgenommen worden.

Nach 30 St. von Probe a 13,696 gr. = 0,317 gr. oder 2,315 % festen Rückstand, also = 1, 419 % α Eiweiss gelöst.

Nach 30 St. 15,969 gr. der Probe b = 0,438 gr. oder 2,743 % festen Rückstand, also = 1,847 % γ Eiweiss gelöst.

Nach 50 St. 16,700 gr. der Probe a = 0,391 gr. oder 2,341 % festen Rückstand, also = 1,445 % α Eiweiss aufgelöst.

Nach 50 St. 12,655 gr. der Probe b = 0,376 gr. oder 2,970 % festen Rückstand, also = 2,075 % γ Eiweiss aufgenommen.

Rechnet man dem durch den Versuch verdauten Eiweiss das bereits in diesem Magensafte enthalten gewesene Pepton zu, so ergiebt sich Folgendes:

Von einer Flüssigkeit, welche 0,034 % Pepsin und 0,410 % Chlorwasserstoff enthält, nehmen

100 Th. = 2,038 Th. α Eiweiss und 2,668 Th. γ Eiweiss auf,

Digitized by Google

oder 100 Th. Pepsin verdauen 6176 Th. α Eiweiss u. 8085 Th. γ Eiweiss,

,, 100 ,, Chlorwasserstoff 497 Th. α Eiweiss und 651 Th. γ Eiweiss.

Vergleicht man diese Zahlen mit denen, die bei der ersten Versuchsreihe erhalten wurden, so ergiebt sich, dass dieselben Factoren der Verdauung, d. h. Pepsin und Salzsäure bei Vermehrung des Wassers eine grössere Menge Nährsubstanzen in Pepton umwandeln können.

Bei dieser Gelegenheit kann ich nicht unterlassen zu bemerken, dass ich die Bestimmung des Pepsins und daher auch die Proportion desselben zu dem durch seine Vermittlung erzeugten Pepton für höchst unsicher halte: allein da in den meisten dieser Versuche nur Aenderungen in der Zahl der anderen Factoren der Verdauung, d. h. dem Wasser und dem Chlorwasserstoff vorgenommen wurden, das Pepsin aber in den einzelnen Versuchsreihen immer sich gleich blieb, so hat die Unsicherheit seiner Bestimmung weniger Bedeutung; ja es würde sich erwarten lassen, dass, wenn wir so glücklich wären, eine Gleichung für den chemischen Process der Verdauung zu finden, sich die Function des Pepsins berechnen und seine chemische Dignität controlieren lassen dürfte. Auch werden die späteren Versuche mit möglich reinstem Pepsin jene Unsicherheit ausgleichen.

Magensaft $Aa_2c_{1\frac{1}{2}}$.

Dieses Verdauungsmittel wurde erhalten, indem dem Magensafte A die gleiche Menge Wasser und die halbe Menge Chlorwasserstoff zugeführt wurde, so dass er nun eben so viel Wasser und 3 mal soviel Chlorwasserstoff enthielt, als Magensaft Aa_2. Er enthielt demnach:

Pepsin	0,033
Pepton	0,593
Salze	0,270
Chlorwasserstoff	1,230
Wasser	97,874
	100,000

Der feste Rückstand war demnach, wie der des Magensafts Aa_2 = 0,896 %.

Von dieser Flüssigkeit ward wiederum eine Probe a mit α Eiweiss und eine andere b mit γ Eiweiss in den Brutofen gebracht.

Digitized by Google

Nach 19 St. gab die Probe *a* von 11,893 gr. = 0,415 gr. oder 3,489 % festen Rückstand, also = 2,593 % *α* Eiweiss aufgenommen.

Nach derselben Zeit gaben 7,753 gr. der Flüssigkeit *b* = 0,416 gr. oder 5,365 % festen Rückstand, also = 4,469 % *γ* Eiweiss aufgelöst.

Nach 48 St. gaben 10,505 gr. der Probe *a* = 0,368 gr. oder 3,503 % festen Rückstand, also 2,607 % *α* Eiweiss aufgelöst.

Nach derselben Zeit hinterliessen = 8,804 gr. der Flüssigkeit *b* = 0,467 gr. oder 5,304 % festen Rückstand, also = 4,408 % *γ* Eiweiss aufgenommen.

Demnach war in diesem Falle in der Zeit zwischen der 19. und 48. Stunde nichts mehr vom Eiweiss aufgelöst, d. h. nichts mehr verdaut worden.

Wird auch hier das bereits im Verdauungsmittel enthaltene Pepton dem verdauten Eiweiss zugerechnet, so ergiebt sich, dass von einer Flüssigkeit, welche auf 0,033 % Pepton 1,230 % Chlorwasserstoff enthält,

100 Th. 3,200 % *α* Eiweiss und 5,062 % *γ* Eiweiss auflösen.

100 ,, Pepsin verdauen 9697 Th. *α* Eiweiss und 15340 Th. *γ* Eiweiss,

100 ,, Chlorwasserstoff 260 Th. *α* Eiweiss und 412 Th. *γ* Eiweiss.

Magensaft $Aa_4c_{1}{}^{1}/_{2}$.

Derselbe wurde durch Verdünnung des vorigen Verdauungsmittels mit einem gleichen Gewichte Wasser erhalten, so dass seine Zusammensetzung war:

Pepsin	0,0165
Pepton	0,2965
Salze	0,1350
Chlorwasserstoff . .	0,6150
Wasser	98,9370
	100,000

Fester Rückstand = 0,448 %.

Wie bei den vorigen Versuchen ward eine Probe dieses Verdauungsmittels mit *α* Eiweiss und eine mit *γ* Eiweiss in den Brutofen gebracht.

Nach 24stündiger Digestion hinterliessen 14,545 gr. der Probe *a* = 0,340 gr. oder 2,338 % festen Rückstand; 13,985 gr. der Probe *b* aber = 0,481 gr. oder 3,439 %; also waren in 24 St.

Digitized by Google

vom α Eiweiss 1,890 %, vom γ Eiweiss 2,991 % aufgenommen worden.

Nach 48 stündiger Digestion gaben 13,968 gr. der Probe a = 0,347 gr. oder 2,484 % festen Rückstand; 11,838 gr. der Probe b aber = 0,453 gr. oder 3,827 %; also waren nach 48 St. = 2,036 % vom α Eiweiss und 3,379 % vom γ Eiweiss aufgenommen worden.

Hiernach würde das Verhalten des Magensafts bei einer solchen Verdünnung gegen die Menge des aufzunehmenden Peptones folgendes sein:

Von einer Flüssigkeit, welche neben 0,0165 % Pepsin 0,615% Chlorwasserstoff enthält, lösen

100 Theile 2,332 Th. α Eiweiss und 3,675 Th. γ Eiweiss auf.
100 Th. Pepsin verdauen 14133 Th. α Eiweiss und 22272 Th. γ Eiweiss,
100 „ Chlorwasserstoff 379 Th. α Eiweiss und 597 Th. γ Eiweiss.

Magensaft $Aa_8c_{1\frac{1}{2}}$.

Zur Herstellung dieser Flüssigkeit ward der vorige Magensaft mit seinem gleichen Gewichte Wasser verdünnt, so dass nun die procentische Zusammensetzung des Verdauungsmittels war:

Pepsin	0,0082
Pepton	0,1483
Salze	0,0675
Chlorwasserstoff	0,3075
Wasser	99,4685
	100,0000

Fester Rückstand = 0,224 %.

Auch hier ward eine Probe a mit α Eiweiss und eine andere b mit γ Eiweiss versetzt und in den Brutofen gebracht.

Von beiden Probeflüssigkeiten wurden nach 16stündiger, 24stündiger und nach 36stündiger Digestion Bestimmungen des festen Rückstands gemacht; bei der dritten Wägung hatte der feste Rückstand keine Gewichtszunahme erhalten. Die Zahlen der letzten Wägungen sind folgende:

11,598 gr. der Probe a, welche etwas trüb durchs Filter ging, hinterliessen = 0,373 gr. oder 3,129 % festen Rückstand; dagegen 7,467 gr. der klar durchfiltrierenden Probe b = 0,246 gr. oder 3,294 %; demnach waren von 100 Th. jenes Magen-

Digitized by Google

safts = 2,905 % α Eiweiss und 3,070 % γ Eiweiss in Lösung versetzt worden.

Das Verhältniss der Bestandtheile eines so verdünnten Magensafts zu dem aufnehmbaren Pepton würde also folgendes sein:

100 Th. einer Flüssigkeit, welche neben 0,0082 % Pepsin 0,3075 % Chlorwasserstoff enthält, lösen und verdauen 3,053 Th. α Eiweiss und 3,218 Th. γ Eiweiss.

100 ,, Pepsin verdauen 37207 Th. α Eiweiss und 39245 Th. γ Eiweiss,

100 ,, Chlorwasserstoff 992 Th. α Eiweiss und 1046 Th. γ Eiweiss.

Magensaft Aa_6c_3.

Diese Flüssigkeit wurde hergestellt, indem dem vorigen Verdauungsmittel etwas mehr als die gleiche in ihm bereits enthaltene Menge Chlorwasserstoff zugeführt wurde, so dass die procentische Zusammensetzung dieses Verdauungsmittels folgende war:

Pepsin	0,0082
Pepton	0,1483
Salze	0,0675
Chlorwasserstoff	0,6280
Wasser	99,1480
	100,0000

Fester Rückstand = 0,224 %.

Die Probe des Verdauungsgemisches, welche mit α Eiweiss versetzt worden war, gab bei der zweiten (nach 28 St.) und bei der dritten Bestimmung des festen Rückstands (nach 38 St.) ziemlich dasselbe Resultat. 12,084 gr. der schnell durchs Filter gehenden, obgleich etwas opalisierenden Flüssigkeit gaben nach 28 St. = 0,377 gr. oder 3,124 %; dagegen 9,374 gr. nach 38 St. = 0,305 gr. oder 3,253 % festen Rückstand. Also waren durch 100 Th. Flüssigkeit = 3,029 Th. α Eiweiss in Pepton verwandelt worden.

Die Probe dagegen, welcher γ Eiweiss zugesetzt war und die klar filtrierte, lieferte nach 28 St. (da 8,091 gr. = 0,334 gr. gaben) = 4,128 % und nach 38 St. (da 11,202 gr. = 0,452 gr. gaben) = 4,035 % festen Rückstand; demnach waren, wenn wir das Mittel aus diesen beiden Versuchen ziehen, von 100 Th. jenes Verdauungsmittels 3,858 Th. γ Eiweiss in Pepton verwandelt worden.

Digitized by Google

Demnach nehmen 100 Th. eines Magensaftes, der neben 0,0082 % Pepsin 0,628 % Chlorwasserstoff enthält, als Pepton auf = 3,177 Th. α Eiweiss und 4,006 Th. γ Eiweiss.

100 Th. Pepsin verdauen 38744 Th. α Eiweiss und 48854 Th. γ Eiweiss,

100 ,, Chlorwasserstoff 506 Th. α Eiweiss und 638 Th. γ Eiweiss.

Magensaft $Aa_{32}c_3$.

Zur Herstellung dieses Verdauungsmittels ward die vorige Flüssigkeit mit der dreifachen Menge Wassers versetzt, so dass die festen Bestandtheile in der vierfachen Menge Wassers gelöst waren und die Flüssigkeit folgende Constitution hatte (wobei noch der Salzsäuregehalt und der feste Rückstand durch einen Nebenversuch controliert wurden):

Pepsin	0,0020
Pepton	0,0371
Salze	0,0169
Chlorwasserstoff	0,1570
Wasser	99,7870
	100,0000

Fester Rückstand = 0,056 %.

Die Probe des Verdauungsgemisches, welcher α Eiweiss zugesetzt war, wurde nach verschieden langer Digestion viermal auf den festen Rückstand untersucht; bei der dritten Wägung (nach 32 St.) gaben 13,614 gr. = 0,212 gr. oder 1,484 %, und bei der vierten Wägung (nach 40 St.) 16,312 gr. = 0,240 gr. oder 1,472 % festen Rückstand; demnach waren von 100 Th. jener Flüssigkeit 1,422 Th. α Eiweiss in Pepton verwandelt worden.

Die andere Probe des Gemisches, welche mit γ Eiweiss versetzt worden war, lieferte nach der dritten Bestimmung (nach 32 St. gaben 12,035 gr. = 0,197 gr.) = 1,632 % und nach der vierten Bestimmung (nach 40 St. gaben 10,912 gr. = 0,190 gr.) = 1,741 % festen Rückstand; demzufolge waren von 100 Th. jener Flüssigkeit = 1,685 Th. γ Eiweiss in Pepton verwandelt worden.

Somit nehmen 100 Th. eines Magensafts, der neben 0,002 % Pepsin 0,157 % Chlorwasserstoff enthält, als Pepton auf = 1,459 Th. α Eiweiss und 1,722 Th. γ Eiweiss. 100 Th. Pepsin verdauen 72950 Th. α Eiweiss und 86100 Th. γ Eiweiss,

Digitized by Google

100 Th. Chlorwasserstoff aber 929 Th. α Eiweiss und 1097 Th. γ Eiweiss.

Der Uebersicht halber stellen wir die Zahlenresultate dieser Versuchsreihe in folgender Tabelle zusammen:

Verdaut wurden nämlich von

Chiffre des Verdauungsmittels.		100 Th. Flüssigkeit.	100 Th. Pepsin.	100 Th. Chlorwasserstoff.	
A	α.	2,548	3860	311	Auf 100 Th. Pepsin kommen in diesem Gemisch = 1242 Th. Chlorwasserstoff.
	γ.	3,878	5876	472	Auf 100 Th. Chlorwasserstoff = 8,05 Th. Pepsin.
Aa_1	α.	2,038	6176	497	Das Verhältniss zwischen Pepsin und Chlorwasserstoff ist hier dasselbe.
	γ.	2,668	8085	651	
$Aa_2c_1\,{}^1/_2$	α.	3,200	9697	260	Auf 100 Th. Pepsin kommen = 3728 Th. Chlorwasserstoff.
	γ.	5,062	15340	412	Auf 100 Th. Chlorwasserstoff = 2,68 Th. Pepsin.
$Aa_4c_1\,{}^1/_2$	α.	2,332	14133	379	Verhältniss zwischen Pepsin und Chlorwasserstoff wie bei vorstehendem.
	γ.	3,675	22272	597	
$Aa_8c_1\,{}^1/_2$	α	3,053	37207	992	Verhältniss zwischen Pepsin und Chlorwasserstoff ebenso.
	γ.	3,248	39245	1046	
Aa_8c_3	α.	3,177	38744	506	Auf 100 Th. Pepsin kommen = 7658 Th. Chlorwasserstoff.
	γ.	4,006	48845	638	Auf 100 Th. Chlorwasserstoff = 1,305 Th. Pepsin.
$Aa_{32}c_3$	α.	1,459	72950	929	Verhältniss zwischen Pepsin und Chlorwasserstoff ebenso.
	γ.	1,722	86100	1097	

Wir ziehen aus dieser ersten Versuchsreihe noch keine weitern Schlüsse und zwar hauptsächlich deshalb, weil aus diesen Zahlenresultaten selbst noch keine in Zahlen ausdrückbare Beziehung zwischen den bei der Verdauung concurrierenden Stoffen abgeleitet werden konnte. Soviel dürfte aber wohl mit Sicherheit aus diesen Versuchen hervorgehen, dass bei gleichen Mengen von Pepsin Vermehrung des Wassers sowohl als des Chlorwasserstoffs die verdauende Kraft eines Verdauungsgemisches wesentlich vermehrt. Vergleichen wir die in der Tabelle unter Pepsin stehenden Zahlen, so ist ersichtlich, dass die Menge des gebildeten Peptones mit jedem Zusatze von Wasser oder Chlorwasserstoff vermehrt ist; leider lässt sich aber aus jenen

Digitized by Google

Zahlen noch nicht eine bestimmte Proportion zwischen Vermehrung der einzelnen Factoren und der entsprechenden Vermehrung des Peptones ableiten. Es gewinnt aber fast den Anschein, als ob die verdauende Kraft des Pepsins durch Zunahme des Wassers und der Säure bis ins Unendliche vermehrt werden könne, und dies um so mehr, da ich Grund habe, anzunehmen (wie ich später bei der nähern Untersuchung des Pepsins zeigen werde), dass die Zahl des Pepsins immer noch zu hoch gehalten worden ist, d. h. mit andern Worten, dass nicht alles Coagulierbare des Magensafts als die organische, die Verdauung bestimmende Materie anzusehen ist. Man könnte aber gerade dadurch verleitet werden, die Annahme einiger gerechtfertigt zu finden, dass nur in der Säure die eigentliche verdauende Kraft des Magensafts liege. So viel auch gegen diese Annahme spricht, so glaubte ich doch auch in dieser Beziehung einige Versuche anstellen zu müssen.

Wasser wurde mit geringern Mengen irgend einer freien Säure: Salzsäure, Schwefelsäure, Milchsäure versetzt, und, nachdem der Gehalt der Flüssigkeit an freier Säure genau eruiert war, diese ganz wie die künstliche Verdauungsflüssigkeit mit α oder γ Eiweiss in die Brütemaschine gebracht, und nach verschiedenen Zeiten der feste Rückstand der von der Probe abfiltrierten Flüssigkeit quantitativ bestimmt. Es stellte sich nun allerdings heraus, dass, wie nach dem bekannten Verhalten der eiweissartigen Körper vorherzusehen war, immer eine geringe Menge der digerierten Substanz in Lösung übergegangen war. Ich führe diese Versuche, da sie durchaus negative Resultate gaben, nicht einzeln an, sondern bemerke nur, dass, wenn die Flüssigkeit ungefähr ½ Procent Chlorwasserstoff enthielt, nur so viel γ Eiweiss aufgelöst wurde, dass die Berechnung im Durchschnitt auf 100 Th. Chlorwasserstoff nur 17,8 Th. in Lösung versetzten Albumins gab. Wurden der Salzsäure äquivalente Mengen Schwefelsäure substituiert, so fand ich jener Zahl sich ziemlich annähernde Mengen von Albumin aufgelöst. Bei Anwendung organischer Säuren ging die Flüssigkeit sehr schnell in Fäulniss- und Schimmelbildung über, so dass bei diesen Versuchen sehr variable Mengen albuminöser Materie gelöst gefunden wurden. Da die angezogenen quantitativen Verhältnisse in dem Grade gegen die alleinige Wirksamkeit der freien Säure bei der Verdauung sprechen, so bedarf es kaum noch eines weitern Beweises der Unrichtigkeit jener Ansicht. Demungeachtet erwähne

Digitized by Google

ich noch, dass von dem pepsinfreien säuerlichen Wasser nach Verlauf einer Stunde bei 37°, oder nach längerer Zeit bei gewöhnlicher Temperatur nicht mehr in Lösung versetzt worden ist, als nachdem das Gemisch 24 St. und länger in dem Brutofen gestanden hat, wenn nicht etwa Fäulniss oder andere Zersetzungen eingetreten sind. Endlich aber zeigt sich auch die durch blosse Säure gelöste Albuminsubstanz durchaus verschieden vom Albuminpepton. Die Peptone können, so weit bis jetzt meine Untersuchungen reichen, auf keinem andern Wege aus den entsprechenden Nährstoffen dargestellt werden, als durch natürlichen oder künstlichen Magensaft. Sie entstehen ohne andere wesentliche Zersetzungsproducte aus den stickstoffhaltigen Nährstoffen und werden durch die meisten Metallsalze, durch Säuren, durch Alkalien, durch Essigsäure und Blutlaugensalz nicht gefällt, wogegen die durch blosse Säuren gelösten Stoffe durch mehrere der genannten Reagentien stets präcipitirt wurden. Wir glauben sonach von jener Conjectur gänzlich absehen zu dürfen, zumal da wir ohnedies bei den Versuchen mit sehr stark verdünntem oder sehr säurehaltigem Pepsin immer die chemische Natur der gelösten Substanz geprüft haben.

Noch kann ich nicht unterlassen, gleich an dieser Stelle den Grund zu erwähnen, weshalb ich bei den vorbeschriebenen sowie bei den ferner mitzutheilenden Versuchen nicht von der zeitraubenden Anwendung des gewöhnlichen Eiweisses gekochter Eier abgestanden bin. Die Anwendung dieses unreinen mit Zellhäuten untermengten Eiweisses muss um so unchemischer erscheinen, da solches von verschiedenen Eiern nicht nur verschiedene Mengen von Alkalien und Salzen enthält, sondern da selbst das aus einem Ei entlehnte Eiweiss an verschiedenen Stellen nicht ganz gleiche Zusammensetzung hat. In chemischer Hinsicht möchten diese Versuche mit dem roh coagulierten Eiweiss allerdings unpassend und überflüssig erscheinen: allein in physiologischer Hinsicht hielt ich die darauf verwendete Mühe nicht für nutzlos; denn abgesehen davon, dass in der Wirklichkeit dem thierischen Magen kein reines Albumin zugeführt wird, so werden jene Bestimmungen doch der Versuche wegen wichtig, welche mit abgewogenen Mengen Eiweiss angestellt wurden, das in den Magen mit Magenfisteln versehener Hunde eingeführt wurde. Nur eine Beziehung erlaube ich mir hier in dieser Hinsicht hervorzuheben; wenn man z. B. weiss (wie durch die jetzt mitzutheilenden Versuche zunächst erzielt werden soll), wie viel

Digitized by Google

ein Magensaft von gewisser Constitution Eiweiss aufzulösen im Stande ist, und wie viel Eiweiss im Magen eines Hundes in einer bestimmten Zeit wirklich aufgelöst wird: so kann man ungefähr berechnen, wie viel Magensaft überhaupt von dem Hunde innerhalb einer bestimmten Zeit secernirt werden wird; und wir werden so vielleicht einen kleinen Schritt vorwärts in der Erforschung der Statik der thierischen Stoffbewegungen thun können.

Zweite Versuchsreihe.

Magensaft *B*.

Dieses nach der oben angegebenen Methode dargestellte Verdauungsmittel hatte nach der quantitativen Analyse folgende Zusammensetzung:

Pepsin	0,060
Pepton	2,520
Salze	1,220
Chlorwasserstoff	0,726
Wasser	95,474
	100,000

Fester Rückstand = 3,800 %.

Wie gewöhnlich wurden 2 Proben dieser Flüssigkeit, eine mit α Eiweiss und die andere mit γ Eiweiss in den Brutofen gebracht.

Obgleich auch bei dieser Versuchsreihe mit jeder Probe 3 und 4 Bestimmungen des festen Rückstands vorgenommen wurden, so führe ich in dem Ferneren doch nur die Bestimmung an, nach welcher keine weitere Zunahme des festen Rückstands beobachtet wurde.

a) 12,622 gr. der klar durchs Filter gehenden Flüssigkeit hinterliessen nach 37 St. = 0,702 gr. oder 5,561 % festen Rückstand, also = 1,761 % α Eiweiss in Lösung gegangen.

b) 11,875 gr. Flüssigkeit hinterliessen nach 37 St. 0,913 gr. oder 7,689 % festen Rückstand, demnach 3,888 % γ Eiweiss verdaut.

Demnach nehmen 100 Th. einer Flüssigkeit, die neben 0,060 % Pepsin 0,726 % Chlorwasserstoff enthält, als Pepton auf 4,281 % α Eiweiss und 6,408 % γ Eiweiss.

100 Th. Pepsin verdauen 7135 Th. α Eiweiss und 10680 Th. γ Eiweiss,

Digitized by Google

100 Th. Chlorwasserstoff 589 Th. α Eiweiss und 882 Th. γ Eiweiss.

Magensaft Ba_2.

Dieser wurde durch Verdünnung des Magensafts *A* mit einem gleichen Gewichte Wasser erhalten und hatte daher folgende Zusammensetzung:

Pepsin	0,030
Pepton	1,260
Salze	0,610
Chlorwasserstoff	0,363
Wasser	97,737
	100,000

Fester Rückstand = 1,900 %.

a) 13,531 gr. Flüssigkeit gaben nach 42 St. = 0,508 gr. oder 3,754 % festen Rückstand, also 1,854 % α Eiweiss aufgenommen.

b) 7,607 gr. Flüssigkeit gaben nach 42 St. = 0,403 gr. oder 5,297 % festen Rückstand, also 3,397 % γ Eiweiss aufgenommen.

100 Th. einer Flüssigkeit, welche auf 0,030 % Pepsin 0,363 % Salzsäure enthält, nehmen als Pepton auf 3,114 Th. α Eiweiss und 4,657 Th. γ Eiweiss.

100 Th. Pepsin verdauen 10380 Th. α Eiweiss und 15523 Th. γ Eiweiss,

100 Th. Chlorwasserstoff 858 Th. α Eiweiss und 1282 Th. γ Eiweiss.

Magensaft Ba_2c_2.

Diese Flüssigkeit wurde auf die Weise gewonnen, dass der Magensaft *A* mit einem gleichen Gewichte Wasser verdünnt wurde, dem so viel Salzsäure zugesetzt war, dass das entstandene Gemisch folgende Zusammensetzung hatte:

Pepsin	0,030
Pepton	1,260
Salze	0,610
Chlorwasserstoff	0,726
Wasser	97,374
	100,000

Fester Rückstand = 1,900 %.

Digitized by Google

a) 9,884 gr. Flüssigkeit hinterliessen nach 45 St. = 0,524 gr. oder 5,301 % festen Rückstand, also 3,401 % α Eiweiss aufgenommen.

b) 7,355 gr. Flüssigkeit hinterliessen nach 45 St. = 0,488 gr. oder 6,653 % festen Rückstand, also 4,753 % γ Eiweiss aufgelöst.

100 Th. einer Flüssigkeit, welche auf 0,030 % Pepsin 0,726 % Chlorwasserstoff enthält, nehmen als Pepton auf 4,661 Th. α Eiweiss und 6,013 Th. γ Eiweiss.

100 Th. Pepsin verdauen 15537 Th. α Eiweiss u. 20043 Th. γ Eiweiss,

100 Th. Chlorwasserstoff 642 Th. α Eiweiss und 828 Th. γ Eiweiss.

Magensaft Ba_4.

Derselbe wurde erhalten, indem Magensaft Aa_2 mit dem gleichen Gewichte Wasser verdünnt wurde, so dass er zusammengesetzt war aus:

Pepsin	0,0150
Pepton	0,6300
Salzen	0,3050
Chlorwasserstoff	0,1815
Wasser	98,8685
	100,000

Fester Rückstand = 0,950 %.

a) 10,601 gr. Flüssigkeit hinterliessen nach 42 St. = 0,238 gr. oder 2,245 % festen Rückstand, also 1,295 % α Eiweiss aufgenommen.

b) 11,935 gr. Flüssigkeit hinterliessen nach 42 St. = 0,340 gr. oder 2,848 % festen Rückstand, also 1,898 % γ Eiweiss aufgelöst.

100 Th. einer Flüssigkeit, welche auf 0,015 % Pepsin 0,1815 % Chlorwasserstoff enthält, nehmen als Pepton auf 1,925 Th. α Eiweiss und 2,528 Th. γ Eiweiss.

100 Th. Pepsin verdauen 12833 Th. α Eiweiss und 16853 Th. γ Eiweiss,

100 Th. Chlorwasserstoff 1061 Th. α Eiweiss und 1393 Th. γ Eiweiss.

Magensaft Ba_4c_4.

Diese Flüssigkeit wurde erhalten, indem Magensaft Ba_2c_2 mit einem gleichen Gewichte einer Salzsäurelösung verdünnt

Digitized by Google

wurde, die gerade eben so viel Chlorwasserstoff als jener Magensaft enthielt.

Demnach enthielt diese Flüssigkeit:

Pepsin	0,015
Pepton	0,630
Salze	0,305
Chlorwasserstoff	0,726
Wasser	98,324
	100,000

Fester Rückstand = 0,950 %.

Auffallend war, dass hier nach je vier zu verschiedenen Zeiten gemachten Bestimmungen immer mehr α Eiweiss als γ Eiweiss in Lösung übergegangen war. Die letzten Wägungen ergaben:

a) 8,044 gr. Flüssigkeit hinterliessen nach 46 St. = 0,330 gr. oder 4,102 % festen Rückstand, also aufgelöst = 3,152 % α Eiweiss.

b) 6,254 gr. hinterliessen nach 55 St. 0,212 gr. oder 3,389 % festen Rückstand, also aufgelöst = 2,439 % γ Eiweiss.

100 Th. einer Flüssigkeit, welche neben 0,015 % Pepsin 0,726 % Chlorwasserstoff enthält, nehmen als Pepton auf 3,782 Th. α Eiweiss und 3,069 Th. γ Eiweiss.

100 Th. Pepsin verdauen 25213 Th. α Eiweiss u. 20460 Th. γ Eiweiss,

100 Th. Chlorwasserstoff 521 Th. α Eiweiss und 422 Th. γ Eiweiss.

Magensaft Ba_8.

Derselbe wurde erhalten, indem Magensaft Ba_4 mit dem gleichen Gewichte Wasser verdünnt wurde; dieses Verdauungsmittel bestand demnach aus:

Pepsin	0,0075
Pepton	0,3150
Salzen	0,1525
Chlorwasserstoff	0,09075
Wasser	99,43425
	100,00000

Fester Rückstand = 0,475 %.

a) 13,377 gr. hinterliessen nach 58 St. = 0,125 gr. oder 0,933 % festen Rückstand, also aufgelöst = 0,458 % α Eiweiss.

Digitized by Google

b) 5,392 gr. hinterliessen nach 55 St. = 0,069 gr. oder 1,280 % festen Rückstand, also aufgelöst = 0,805 % γ Eiweiss.

100 Th. einer Flüssigkeit, die neben 0,0075 % Pepsin 0,09075 % Chlorwasserstoff enthält, verdauen 0,773 Th. α Eiweiss und 1,120 Th. γ Eiweiss.

100 Th. Pepsin verdauen 10306 Th. α Eiweiss u. 15000 Th. γ Eiweiss,

100 Th. Chlorwasserstoff 852 Th. α Eiweiss und 1234 Th. γ Eiweiss.

Magensaft Ba_8c_8.

Dieser wurde dargestellt, indem der Magensaft Ba_4c_4 mit einem gleichen Gewichte Wasser versetzt wurde, welches 0,726 % Chlorwasserstoff enthielt; daher bestand dieses Verdauungsmittel aus:

Pepsin	0,0075
Pepton	0,3150
Salzen	0,1525
Chlorwasserstoff	0,7260
Wasser	98,7990
	100,0000

Fester Rückstand = 0,475 %.

Auch bei diesem Verdauungsmittel ergab sich, dass im Gegensatze zu den meisten andern Erfahrungen dadurch weit mehr α Eiweiss als γ Eiweiss aufgelöst wurde, und zwar bei allen einzelnen immer gleichzeitig vorgenommenen Wägungen. Die letzten Bestimmungen ergaben:

a) 6,517 gr. schwer filtrierender und opalisierender Flüssigkeit hinterliessen 0,334 gr. oder 5,125 % festen Rückstand, also in 57 St. nicht mehr als in 43 St. aufgelöst, nämlich 4,650 % α Eiweiss.

b) 5,454 gr. langsam filtrierender Flüssigkeit hinterliessen nach 43 und nach 57 St. = 0,155 gr. oder 2,843 % festen Rückstand, also aufgelöst = 2,368 % γ Eiweiss.

100 Th. einer Flüssigkeit, welche neben 0,726 % Chlorwasserstoff nur 0,0075 % Pepsin enthält, verdauen 4,965 Th. α Eiweiss und 2,683 Th. γ Eiweiss.

100 Th. Pepsin verdauen 66200 Th. α Eiweiss und 35773 γ Eiweiss,

100 Th. Chlorwasserstoff 684 Th. α Eiweiss und 370 Th. γ Eiweiss.

Digitized by Google

· Magensaft Ba_{16} und $Ba_{16}c_{16}$.

Eine Verdauungsflüssigkeit, die noch einmal so viel Wasser enthielt als Magensaft Ba_8, gab keine übereinstimmenden Resultate mehr; das Gemisch fing bald an zu schimmeln und das Gelöste war kein reines Pepton mehr.

Der Magensaft $Ba_{16}c_{16}$ wurde durch Verdünnung des Magensafts Ba_8c_8 mit einem gleichen Gewichte Wasser dargestellt, welches 0,726 % Chlorwasserstoff enthielt, so dass seine Zusammensetzung:

Pepsin	0,00375
Pepton	0,15750
Salze	0,07625
Chlorwasserstoff	0,72600
Wasser	99,03650
	100,00000

Fester Rückstand = 0,2375 %.

a) Trotz viermaligen Bestimmungen des festen Rückstands bei der Probe *a* und bei *b* zeigte dieses Verdauungsmittel wie gewöhnlich constant ein grösseres Lösungsvermögen für γ Eiweiss als für α Eiweiss, während bei Ba_4c_4 und Ba_8c_8 (gewissermassen ausnahmsweise) das Gegentheil beobachtet worden war. Die Schlussbestimmungen führten nämlich zu folgenden Resultaten:

a) 8,428 gr. hinterliessen = 0,233 gr. oder 2,766 % festen Rückstand, daher in 55 St. gelöst = 2,529 % α Eiweiss.

b) 6,572 gr. hinterliessen = 0,204 gr. oder 3,104 % festen Rückstand, also in 55 St. gelöst = 2,866 % γ Eiweiss.

100 Th. einer Flüssigkeit, welche auf 0,726 % Chlorwasserstoff nur 0,00375 % Pepsin enthält, lösen als Pepton auf 2,686 Th. α Eiweiss und 3,024 Th. γ Eiweiss.

100 Th. Pepsin verdauen 71627 Th. α Eiweiss u. 80640 Th γ Eiweiss,

100 Th. Chlorwasserstoff 370 Th. α Eiweiss und 402 Th. γ Eiweiss.

Die Endresultate dieser Versuchsreihe sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Digitized by Google

Chiffre des Verdauungsmittels.		Verdaut werden von 100 Th. Flüssigkeit.	100 Th. Pepsin.	100 Th. Chlorwasserstoff.	
B	α	4,284	7135	589	Pepsin : *HCl* = 100 : 1210.
	γ	6,408	10680	882	*HCl* : Pepsin = 100 : 8,26.
Ba_2	α	3,114	10380	858	Verhältniss zwischen Pepsin und *HCl*
	γ	4,657	15523	1282	wie das vorhergehende.
Ba_2C_2	α	4,664	15537	642	Pepsin : *HCl* = 100 · 2420.
	γ	6,013	20043	828	*HCl* : Pepsin = 100 : 4,13.
Ba_4	α	1,925	12833	1061	Verhältniss zwischen Pepsin und *HCl*
	γ	2,528	16853	1393	wie bei *B*.
Ba_4C_4	α	3,782	25213	521	Pepsin : *HCl* = 100 : 4840.
	γ	3,069	20460	422	*HCl* : Pepsin = 100 : 2,065.
Ba_8	α	0,773	10306	852	Verhältniss zwischen Pepsin und *HCl*
	γ	1,120	15000	1234	wie bei *B*.
Ba_8C_8	α	4,965	66200	684	Pepsin : *HCl* = 100 : 9680.
	γ	2,683	35778	370	*HCl* : Pepsin = 100 : 1,037.
$Ba_{16}C_{16}$	α	2,686	71627	370	Pepsin : *HCl* = 100 : 19360.
	γ	3,024	80640	402	*HCl* · Pepsin = 100 : 0,519.

Dritte Versuchsreihe.

Magensaft *C*.

Diese Flüssigkeit, nach der oben angegebenen Methode aus Schweinsmagen bereitet, hatte nach mehrfachen Bestimmungen folgende Zusammensetzung:

Pepsin	0,044
Pepton	0,904
Salze	0,382
Chlorwasserstoff	1,760
Wasser	96,910
	100,000

Fester Rückstand = 1,330 %.

a) 7,001 gr. Flüssigkeit hinterliessen nach 48 St. = 0,245 gr. oder 3,515 % festen Rückstand; demnach aufgelöst = 2,185 % α Eiweiss.

Digitized by Google

b) 9,249 gr. Flüssigkeit lieferten nach 60 St. = 0,332 gr. oder 3,592 % festen Rückstand, also aufgelöst = 2,262 % γ Eiweiss.

100 Th. einer Flüssigkeit, die auf 0,044 % Pepsin 1,760 % Chlorwasserstoff enthält, lösen als Pepton auf 3,089 Th. α Eiweiss und 3,166 Th. γ Eiweiss.

100 Th. Pepsin verdauen 7,020 Th. α Eiweiss u. 7,195 Th. γ Eiweiss,

100 Th. Chlorwasserstoff 175 Th. α Eiweiss und 180 Th. γ Eiweiss.

Mit dem Magensaft *C* wurden noch folgende Versuche angestellt, die auf die Erforschung der Geltung des phosphorsauren Kalks bei der Verdauung hinausgingen. Es war zunächst die Frage, wie viel wohl Knochenerde von einem solchen Magensafte aufgelöst werden könne. Daher wurde eine Probe des Magensafts *C* mit reinem phosphorsaurem Kalk ($\dot{Ca}_3 \dddot{P}$, frei von kohlensaurem und neutralem phosphorsaurem Kalk) in den Brutofen gebracht. Nach 14 St. ward die Menge der gelösten Knochenerde zweimal auf doppeltem Wege bestimmt; nämlich durch Verdunsten der Lösung mit Eisen, und andrerseits durch einfache Fällung mittelst Aetzammoniak u. s. w. Nach der ersten Methode zeigten sich im Mittel zweier ziemlich übereinstimmender Versuche von 100 Th. Magensaft *C* = 1,856 Th. Knochenerde aufgelöst; nach der zweiten dagegen, wo die präcipitierte Knochenerde trotz des sorgfältigsten Auswaschens beim Glühen erst viel Kohle ausschied und sich nur langsam weissbrennen liess, = 1,903 Th. Im Mittel dieser 4 Versuche waren also von 100 Th. dieses Verdauungsmittels = 1,880 Th. Knochenerde oder von 100 Th. Chlorwasserstoff = 106,8 Th. basisch phosphorsaurer Kalk gelöst worden. Wäre diesen Zahlen ein grösseres Vertrauen zu schenken, als sie nach der Methode der Analyse verdienen, so würde man annehmen müssen, dass gerade 4 Aeq. Chlorwasserstoff in jener Verdünnung verwendet worden seien, um 1 Aeq. basisch phosphorsauren Kalk ($\dot{Ca}_3 \dddot{P}$) aufzulösen. 4 Aeq. HCl = 146 : 1 Aeq. $\dot{Ca}_3 \dddot{P}$ = 155 = 100 : 106,4. Der Theorie nach sollten aber zur Lösung des basisch phosphorsauren Kalks nur zwei Aquivalente Chlorwasserstoff erforderlich sein; man könnte also zu der Meinung verleitet werden, dass nur die Hälfte des in jenem Magensafte enthaltenen Chlorwasserstoffs als freie Säure wirksam zu Lösung des Kalkphosphats gewesen sei, ja es

Digitized by Google

liesse sich vielleicht hierin eine Stütze der von C. Schmidt in Dorpat ausgesprochenen Ansicht finden, dass die Magensäure eine gepaarte Salzsäure sei und die Hälfte ihrer Sättigungscapacität verloren habe: allein abgesehen davon, dass ich selbst nicht gerade einen so hohen Werth auf diese vier allerdings übereinstimmenden Wägungen lege, so wird die ganze Betrachtungsweise doch dadurch etwas zweifelhaft, dass G. Bischoff (Schweigg. Journ. 67,39) bei Untersuchung der auflösenden Kraft der Salzsäure für phosphorsauren Kalk gefunden hat, es werde mit jedem Grade der Verdünnung der Säure eine gewisse Menge Kalkphosphat mehr aufgelöst.

Zur möglichen Entscheidung dieser Frage schien es mir aber besonders wichtig, zu untersuchen, welche Wirksamkeit ein solcher mit basisch phosphorsaurem Kalk gesättigter Magensaft auf die Verdauung des Eiweisses äussere. Dieser kalkphosphathaltige Magensaft wurde daher mit α Eiweiss in den Brutofen gebracht.

7,954 gr. Flüssigkeit lieferten nach 27 St. = 0,427 gr. oder 5,368 % festen Rückstand; 9,564 gr. Flüssigkeit lieferten nach 48 St. = 0,517 gr. oder 5,406 % festen Rückstand; also waren in (5,406 — 1,33 — 1,88) = 2,196 Th. α Eiweiss gelöst worden, während nach der obigen Bestimmung der nicht mit Kalkphosphat gesättigte Magensaft ziemlich dieselbe Quantität α Eiweiss, nämlich = 2,185 % auflöste. Dieser Magensaft hatte also durch die Aufnahme von basisch phosphorsaurem Kalk nichts an seiner verdauenden Kraft eingebüsst, und man hätte, spräche nicht die später anzuführende Erfahrung dagegen, hieraus wenigstens so viel schliessen können, dass, da ohne Zweifel ein Theil der freien Salzsäure durch Phosphorsäure vertreten wird, äquivalente Mengen von Phosphorsäure die Salzsäure bei der künstlichen Verdauung ersetzen können.

Magensaft Ca_2.

Diese Flüssigkeit, durch Verdünnung des Magensafts *C* mit einem gleichen Gewichte Wasser erhalten, bestand aus:

Pepsin	0,022
Pepton	0,452
Salzen	0,191
Chlorwasserstoff	0,880
Wasser	98,455
	100,000

Fester Rückstand 0,665 %.

Digitized by Google

a) 7,870 gr. Flüssigkeit hinterliessen nach 42 St. = 0,233 gr. oder 2,961 % festen Rückstand; also waren = 2,296 % α Eiweiss aufgelöst worden.

b) 8,646 gr. Flüssigkeit hinterliessen nach 42 St. = 0,356 gr. oder 4,120 % festen Rückstand; also waren = 3,455 % γ Eiweiss gelöst worden.

100 Th. einer Flüssigkeit, welche 0,022 % Pepsin und 0,880 % Chlorwasserstoff enthält, lösen als Pepton auf 2,748 Th. α Eiweiss und 3,907 Th. γ Eiweiss.

100 Th. Pepsin verdauen 12491 Th. α Eiweiss u. 17759 Th. γ Eiweiss.

100 Th. Chlorwasserstoff 312 Th. α Eiweiss und 444 Th. γ Eiweiss.

Magensaft Ca_4.

Dargestellt durch Verdünnung des Magensafts Ca_2 mit einem gleichen Gewichte Wasser, musste diese Flüssigkeit enthalten:

Pepsin	0,011
Pepton	0,226
Salze	0,095
Chlorwasserstoff	0,440
Wasser	99,228
	100,000

Fester Rückstand 0,332 %.

a) 6,308 gr. Flüssigkeit hinterliessen nach 48 St. = 0,235 gr. oder 3,726 % festen Rückstand, daher = 3,394 % α Eiweiss aufgelöst.

b) 9,110 gr. Flüssigkeit hinterliessen nach 48 St. = 0,357 gr. oder 3,919 % festen Rückstand, also = 3,587 % γ Eiweiss aufgenommen.

100 Th. einer Flüssigkeit, die 0,011 % Pepsin und 0,440 % % Chlorwasserstoff enthält, lösen als Pepton auf 3,620 Th. α Eiweiss und 3,813 Th. γ Eiweiss.

100 Th. Pepsin verdauen 32909 Th. α Eiweiss u. 34664 Th. γ Eiweiss,

100 Th. Chlorwasserstoff 823 Th. α Eiweiss und 866 Th. γ Eiweiss.

Magensaft Ca_8.

Diese Flüssigkeit, durch Verdünnung des vorigen Verdauungsmittels mit dem gleichen Gewichte Wasser entstanden, enthielt:

Digitized by Google

Pepsin	0,0055
Pepton	0,1130
Salze	0,0475
Chlorwasserstoff	0,2200
Wasser	99,6140
	100,000

Fester Rückstand = 0,166 %.

a) 6,885 gr. Flüssigkeit hinterliessen nach 43 St. = 0,135 gr. oder 1,961 % festen Rückstand;

b) 9,983 gr. Flüssigkeit hinterliessen nach 43 St. = 0,202 gr. oder 2,023 % festen Rückstand.

Demnach sind in 43 St. = 1,795 % α Eiweiss und 1,858 % γ Eiweiss gelöst worden.

100 Th. einer Flüssigkeit, die neben 0,0055 % Pepsin 0,2200 % Chlorwasserstoff enthält, lösen daher als Pepton auf 1,908 Th. α Eiweiss und 1,971 Th. γ Eiweiss.

100 Th. Pepsin verdauen 34691 Th. α Eiweiss u. 35836 Th. γ Eiweiss,

100 Th. Chlorwasserstoff 867 Th. α Eiweiss und 896 Th. γ Eiweiss.

Magensaft Ca_{16}.

Dieser wurde durch Verdünnung der vorigen Verdauungsflüssigkeit mit dem gleichen Gewichte Wasser hergestellt; er musste daher enthalten:

Pepsin	0,00275
Pepton	0,05650
Salze	0,02375
Chlorwasserstoff .	0,11000
Wasser	99,80700
	100,00000

Fester Rückstand = 0,083 %.

a) 7,751 gr. Flüssigkeit hinterliessen nach 42 St. = 0,045 gr. oder 0,581 % festen Rückstand;

b) 6,315 gr. Flüssigkeit hinterliessen nach 42 St. = 0,051 gr. oder 0,823 % festen Rückstand; demnach sind in 42 St. = 0,498 % α Eiweiss und 0,740 % γ Eiweiss gelöst worden.

100 Th. Flüssigkeit, die 0,00275 Th. Pepsin und 0,11 Th. Chlorwasserstoff enthalten, lösen daher als Pepton auf 0,554 Th. α Eiweiss und 0,796 Th. γ Eiweiss.

Digitized by Google

100 Th. Pepsin verdauen 20146 Th. α Eiweiss u. 28946 Th. γ Eiweiss,

100 Th. Chlorwasserstoff 503 Th. α Eiweiss und 723 Th. γ Eiweiss.

Ein noch mehr verdünnter Magensaft, als der Ca_{16} war, besass keine verdauende Kraft mehr; das vom Eiweiss in Lösung übergegangene hatte nicht die Eigenschaften eines Peptones, sondern glich mehr dem Mulder'schen Proteintritoxyd; da die Salze des α Eiweisses ausgezogen wurden, so betrug der feste Rückstand des mit α Eiweiss behandelten Magensafts stets bedeutend mehr, als der des mit γ Eiweiss behandelten.

Magensaft Ca_8c_4.

Der Magensaft Ca_4 ward mit einem gleichen Gewichte salzsäurehaltigen Wassers verdünnt, in welchem 1,48 % Chlorwasserstoff enthalten waren; daher bestand nun dieser Magensaft aus:

Pepsin	0,0055
Pepton	0,1130
Salzen	0,0475
Chlorwasserstoff	0,9800
Wasser	98,8740
	100,0000

Fester Rückstand = 0,166 %.

Hier trat wieder der bereits bei der zweiten Versuchsreihe beobachtete Fall ein, dass durch diesen Magensaft mehr α Eiweiss als γ Eiweiss verdaut wurde; nämlich:

a) 7,512 gr. etwas trüber Flüssigkeit lieferten in 52 Stunden = 0,238 gr. oder 3,168 % festen Rückstand;

b) 5,531 gr. klarer Flüssigkeit lieferten in 52 St. = 0,136 gr. oder 2,459 % festen Rückstand; also waren = 3,002 % α Eiweiss und 2,293 % γ Eiweiss gelöst worden.

100 Th. einer Flüssigkeit, die neben 0,96 % Chlorwasserstoff nur 0,0055 % Pepsin enthält, lösen demnach 3,115 Th. α Eiweiss und 2,406 Th. γ Eiweiss,

100 Th. Pepsin verdauen 56636 Th. α Eiweiss u. 43745 Th. γ Eiweiss.

100 Th. Chlorwasserstoff 324 Th. α Eiweiss und 250 Th. γ Eiweiss.

Magensaft $Ca_{16}c_4$.

Durch Verdünnung des vorigen Magensafts mit einem gleichen Gewichte Wasser erhalten, besteht er aus:

Digitized by Google

Pepsin	0,00275
Pepton	0,05650
Salzen	0,02375
Chlorwasserstoff .	0,48000
Wasser	99,43700
	100,00000

Fester Rückstand = 0,083 %.

a) 3,633 gr. etwas trüber Flüssigkeit lieferten in 49 St. = 0,112 gr. oder 3,083 % festen Rückstand;

b) 3,364 gr. klarer Flüssigkeit lieferten in 49 St. = 0,086 gr. oder 2,557 % festen Rückstand; also waren 3,000 % α Eiweiss und 2,474 % γ Eiweiss gelöst worden.

100 Th. einer Flüssigkeit, die neben 0,48 % Chlorwasserstoff nur 0,00275 % Pepsin enthält, lösen daher als Pepton 3,056 Th. α Eiweiss und 2,530 Th. γ Eiweiss.

100 Th. Pepsin verdauen 111127 Th. α Eiweiss und 92000 Th. γ Eiweiss,

100 Th. Chlorwasserstoff 637 Th. α Eiweiss und 527 Th. γ Eiweiss.

Magensaft $Ca_{32}c_4$.

100 Th. einer Flüssigkeit, welche neben 0,24 % Chlorwasserstoff nur 0,001375 % Pepsin enthielt, lösten in 62 St. als Pepton 2,206 Th. α Eiweiss und 2,527 Th. Eiweiss.

100 Th. Pepsin verdauten demnach 167710 Th. α Eiweiss und 183782 Th. γ Eiweiss,

100 ,, Chlorwasserstoff 919 Th. α Eiweiss und 1053 Th. γ Eiweiss.

Magensaft $Ca_{64}c_4$.

100 Th. einer Flüssigkeit, welche neben 0,12 % Chlorwasserstoff nur 0,000687 % Pepsin enthält, löst in 80 St. als Pepton 1,354 Th. α Eiweiss u. 1,450 Th. γ Eiweiss.

100 Th. Pepsin verdauen 197090 Th. α Eiweiss u. 211062 Th. γ Eiweiss,

100 ,, Chlorwasserstoff 1128 Th. α Eiweiss und 1208 Th. γ Eiweiss.

Die Endresultate dieser Versuchsreihe übersieht man in folgender Tabelle:

Digitized by Google

Chiffre des Magensafts.		Verdaut wurden von: 100 Th. Flüssigkeit	100 Th. Pepsin	100 Th. Chlorwasserstoff	
C	α	3,089	7020	175	Pepsin : *HCl* = 100 : 4000.
	γ	3,166	7195	180	*HCl* : Pepsin = 100 : 2,5.
Ca_2	α	2,748	12491	312	Verhältniss zwischen Pepsin und *HCl* wie bei *C*.
	γ	3,907	17759	444	
Ca_4	α	3,620	32909	823	
	γ	3,813	34664	866	
Ca_8	α	1,908	34691	867	
	γ	1,971	35836	896	
Ca_{16}	α	0,554	20146	503	
	γ	0,796	28946	723	
Ca_8C_4	α	3,115	56636	324	Pepsin : *HCl* = 100 : 1745.
	γ	2,406	43745	250	*HCl* : Pepsin = 100 : 5,73.
$Ca_{16}C_4$	α	3,056	111127	637	Verhältniss zwischen Pepsin und *HCl* wie bei Ca_8C_4.
	γ	2,530	92000	527	
$Ca_{32}C_4$	α	2,206	167710	919	
	γ	2,527	183782	1053	
$Ca_{64}C_4$	α	1,354	197090	1128	
	γ	1,450	211062	1208	

Vierte Versuchsreihe.

Magensaft *D*.

Diese Flüssigkeit war aus der Schleimhaut des Schweinsmagens mit Ausschluss des röthlichen Drüsengürtels dargestellt worden.

Die Zusammensetzung dieses Magensafts wurde im Mittel zweier Analysen gefunden:

Pepsin	0,024
Pepton	1,968
Salze	0,532
Chlorwasserstoff . .	1,132
Wasser	96,344
	100,000

Pepsin : *HCl* = 100 : 4717. *HCl* : Pepsin = 100 : 2,12.

Digitized by Google

Von diesem Magensafte ward eine Probe *a* mit *α* Eiweiss, eine Probe *b* mit *γ* Eiweiss, eine Probe *c* mit *β* Eiweiss, eine andere *d* mit Globulin und endlich eine *e* mit Casein in den Brutofen gebracht.

a) 100 Th. der Flüssigkeit hatten in 60 St. in Lösung versetzt = 2,443 Th. *α* Eiweiss,
b) 100 ,, do. . . . . = 2,087 ,, *γ* ,,
c) 100 ,, do. . . . . = 1,445 ,, *β* ,,
d) 100 ,, do. . . . . = 1,234 ,, Globulin,
e) 100 ,, do. . . . . = 2,560 ,, Casein.

Hierbei ist das in dem Verdauungsmittel enthaltene Pepton der Zahl der während des Versuchs verdauten Nährsubstanz nicht zugerechnet. Auffallend ist, dass vom *α* Eiweiss mehr in Lösung versetzt worden ist, als vom *γ* Eiweiss; wir haben diese Erfahrung einige Male bei Anwendung eines salzsäurereicheren Magensafts gemacht: die je 3 mit der Probe *a* und *b* zu verschiedenen Zeiten gemachten Beobachtungen waren sämmtlich übereinstimmend; indessen könnte diese Differenz wohl von einem zufällig grössern Salzgehalte der angewendeten *α* Eiweissstückchen hergerührt haben, zumal da zu jeder Probe eine möglichst grosse Menge der zu verdauenden Substanz zugesetzt wurde; es dürfte also wohl die Vermehrung des festen Rückstands der Probe *a* von in grösserer Menge aufgenommenen Alkalisalzen abzuleiten sein.

Merwürdig ist ferner, dass *β* Eiweiss, welches doch unter den 3 Eiweisssorten am wenigsten Salze enthielt, die der Verdauungskraft des Magensafts hätten nachtheilig sein können, doch in diesem Versuche wie bei mehreren andern in weit geringerer Menge als *α* und *γ* Eiweiss gelöst wurde.

Globulin wird, wie nicht allein dieser Versuch, sondern auch der nachfolgende und einige andere erweisen, immer in geringerer Menge verdaut, als Eiweiss.

Die Probe *e* mit Casein hatte ausserordentlich viel von dem letzteren aufgelöst; es zeigte sich aber, dass das Casein zum grössten Theil nicht in Pepton übergegangen war; es war also wohl die freie Salzsäure, die allein zur Lösung unveränderten oder salzsauren Caseins beigetragen hatte; dafür spricht auch der folgende Versuch mit einem verdünnteren Magensafte Da_2, wo die andern Nährsubstanzen sämmtlich in grösserer Menge als in *D* gelöst sind, bis auf das Casein, dessen Zahl dort selbst unter die des *α* Eiweisses sinkt.

Digitized by Google

Magensaft Da_2.

Da dieser Magensaft aus dem vorigen durch Verdünnung mit einem gleichen Gewichte Wasser entstanden war, so musste er enthalten:

Pepsin	0,012
Pepton	0,984
Salze	0,266
Chlorwasserstoff	0,566
Wasser	98,172
	100,000

Von diesem Magensafte wurden 5 Proben mit denselben Nährsubstanzen versetzt, wie Magensaft *D*.

a) 100 Th. Flüssigkeit hatten in 52 St. in Lösung versetzt . . . = 2,458 Th. α Eiweiss,
b) 100 ,, do. . . . . = 2,250 ,, γ ,,
c) 100 ,, do. . . . . = 1,735 ,, β ,,
d) 100 ,, do. . . . . = 1,604 ,, Globulin,
e) 100 ,, do. . . . . = 1,753 ,, Casein.

Mit dem Magensafte *D* stellte ich noch eine der oben bereits bei *C* mitgetheilten ähnliche Untersuchung an, welche aber ein ganz verschiedenes Resultat gab. Dieser Magensaft ward nämlich ganz wie der *C* mit basisch phosphorsaurem Kalk (von derselben Darstellung wie der oben angewendete) im Brutofen 12 St. lang digeriert; 100 Th. desselben hatten (im Mittel von 4 Versuchen) = 2,604 Th. Kalkphosphat aufgelöst. Da das Verhältniss der wasserfreien Salzsäure in diesem Magensafte zu dem gelösten Kalkphosphat wie 100 : 233 ist, 2 Aeq. *HCl* (= 73) sich zu $\dot{Ca}_3\ddot{P}$ (= 155) verhalten wie 100 : 212,3: so sind hier, wie die Theorie verlangt, neben saurem phosphorsaurem Kalk (= $\dot{Ca}.\dot{H}_2\ddot{P}$) = 2 Aeq. Chlorcalcium gebildet und somit alle freie Säure des Magensafts gesättigt worden. Dieser mit Kalkphosphat gesättigte Magensaft zeigte aber bei den Versuchen mit verschiedenen Substanzen nicht das geringste Verdauungsvermögen. Um so auffallender bleibt es aber, dass der mit Kalkphosphat versetzte Magensaft *C*, in welchem auf diese Weise die Hälfte der Salzsäure gesättigt war, nicht das geringste von seinem Verdauungsvermögen verloren hatte.

Ich wiederholte daher diesen Versuch mit einem Magensafte von anderer Zusammensetzung (0,020 % Pepsin, 2,266 % Pepton

Digitized by Google

und Salze, 0,238 % Chlorwasserstoff); erhielt aber hier dieselben Resultate, wie bei Magensaft *D*.

Fünfte Versuchsreihe.

Magensaft *E*.

Diese Flüssigkeit wurde wie Magensaft *D* aus der Schleimhaut des Schweinsmagens mit Ausschluss des Drüsengürtels dargestellt, und zwar absichtlich bei der Digestion das submucöse Gewebe nicht getrennt, damit viel Leimpepton in die Flüssigkeit überging.

Er wurde zusammengesetzt gefunden:

Pepsin	0,042
Pepton	3,882
Salze	0,608
Chlorwasserstoff	0,478
Wasser	94,990
	100,000

Fester Rückstand = 4,532 %. Pepsin : HCl = 100 : 1138 oder 8,8 : 100.

Durch 100 Th. Flüssigkeit wurden in Lösung versetzt in 48 St.:

a) 1,366 Th. α Eiw. + 3,882 Th. bereits gelöst. Peptons = 5,248 Th.
b) 1,258 „ β „ + — „ „ „ „ = 5,140 „
c) 1,684 „ γ „ + — „ „ „ „ = 5,566 „

Magensaft Ea_2.

Durch Verdünnung des vorigen erhalten, besteht er aus:

Pepsin	0,021
Pepton	1,941
Salzen	0,304
Chlorwasserstoff	0,239
Wasser	97,495
	100,000

Proportion zwischen Pepsin und Chlorwasserstoff wie bei *E*.

Durch 100 Th. Flüssigkeit wurden in 48 St. in Lösung versetzt:

a) 0,863 Th. α Eiw. + 1,941 Th. bereits gelöst. Peptons = 2,804 Th.
b) 0,757 „ β „ + — „ „ „ „ = 2,698 „
c) 0,988 „ γ „ + — „ „ „ „ = 2,929 „

Digitized by Google

Als diese Flüssigkeiten 60 St. im Brutofen gestanden hatten, zeigte sich auf deren Oberfläche etwas Schimmel, was sonst noch bei keiner Probeflüssigkeit beobachtet worden war.

Um nun zu erfahren, ob Milchsäure wenigstens theilweise die Salzsäure bei der Verdauung ersetzen könne, wurde der Magensaft *E* mit einem gleichen Gewichte Wasser versetzt, welches äquivalente Mengen Salzsäure und Milchsäure enthielt. Die eine Mischung ward nämlich erhalten, indem Magensaft *E* mit einem gleichen Gewichte Wasser vermischt wurde, welches 0,312 % Chlorwasserstoff enthielt, = Magensaft Ea_2c_2; die andere, indem Magensaft *E* mit einem gleichen Gewichte Wasser versetzt wurde, welches 0,694 % hypothetisch wasserfreie Milchsäure enthielt, = Ea_2cl.

Magensaft Ea_2c_2.

Die Zusammensetzung dieser Flüssigkeit war:

Pepsin	0,021
Pepton	1,941
Salze	0,304
Chlorwasserstoff	0,395
Wasser	97,339
	100,000

Durch 100 Th. Flüssigkeit wurden in 51 St. in Lösung versetzt:

a) 0,946 Th. α Eiweiss
b) 1,217 „ γ „ } + 1,941 Th. Pepton = { 2,887 Th. / 3,158 „

Magensaft Ea_2cl.

Die Zusammensetzung desselben war:

Pepsin	0,021
Pepton	1,941
Salze	0,304
Chlorwasserstoff	0,239
Milchsäure	0,347
Wasser	97,148
	100,000

Da 0,347 Milchsäure und 0,156 Salzsäure ziemlich äquivalent sind, so ist die Sättigungscapacität der Säure des Magensafts Ea_2c_2 gleich zu achten der des Magensafts Ea_2cl. Es wäre daher zu erwarten gewesen, dass von dieser Flüssigkeit gerade ebensoviel Eiweiss gelöst würde, als von der vorigen. Wir führen hier jedoch nur das Resultat an, ohne aus dieser einzigen Beobachtung einen Schluss ziehen zu wollen.

Digitized by Google

100 Th. solchen Magensafts versetzen in 54 St. in Lösung:

a) 0,908 Th. α Eiweiss
b) 1,635 ,, γ ,,
} + 1,944 Th. Pepton = { 2,849 Th.
3,576 ,,

Sechste Versuchsreihe.

Magensaft *F*.

Auch diese Flüssigkeit war aus der Magenschleimhaut ohne Drüsengürtel bereitet; sie bestand aus:

Pepsin	0,068
Pepton	2,674
Salzen	0,946
Chlorwasserstoff	0,628
Wasser	95,684
	100,000

Von 100 Th. dieser Flüssigkeit wurden in Lösung versetzt:

a) 1,877 Th. α Eiweiss
b) 2,984 ,, γ ,,
} + 2,674 Th. Pepton = { 4,551 Th.
5,658 ,,

100 Th. derselben Flüssigkeit mit 0,955 Th. Salmiak versetzt, lösten in derselben Zeit nur 1,296 Th. α Eiweiss und 1,544 Th. γ Eiweiss auf; 100 Th. des Magensafts *F* mit 5,126 Th. Salmiak versetzt, vermochten dagegen nur 0,382 Th. α Eiweiss und 0,355 Th. γ Eiweiss aufzulösen.

100 Th. des Magensafts *F*, in dem 7,321 Th. Salpeter aufgelöst waren, brachte nur 0,488 Th. vom α Eiweiss und 0,329 Th. vom γ Eiweiss in Lösung; das gelöste war aber kein Pepton.

100 Th. des Magensafts *F*, dem 0,81 Th. gewöhnliches phosphorsaures Natron (krystallisirt) zugefügt waren, hatten vom α Eiweiss 0,834 und vom γ Eiweiss 0,564 Th. aufgenommen; aber auch dieses bestand zum Theil aus Salzen, zum Theil aus unverändertem Eiweiss.

Ganz derselbe Erfolg wurde beobachtet, wenn dem Magensafte Seignettesalz (2,523 Th.) zugesetzt wurde.

Es ist somit ausser Zweifel gesetzt, dass, wenn Alkalisalze in einiger Menge dem Magensafte zugesetzt und nicht, wie bei der natürlichen Verdauung, schnell wieder entfernt werden, die verdauende Kraft eines Magensafts erheblich vermindert oder völlig aufgehoben wird.

Digitized by Google

Siebente Versuchsreihe.

Magensaft *G*.

Derselbe wurde erhalten, indem die zerschabten Theile des Drüsengürtels aus Schweinsmagen mit Wasser und etwas Phosphorsäure digeriert wurden. Er wurde zusammengesetzt gefunden aus:

Pepsin	0,048
Pepton	0,789
Salzen	0,419
Phosphorsäure .	3,080
Wasser	95,664
	100,000

Von 100 Th. dieser Flüssigkeit wurden in 44 St. in Lösung versetzt = 1,181 Th. α Eiweiss, 0,942 Th. β Eiweiss und 0,945 Th. γ Eiweiss; rechnet man hierzu das bereits im Magensafte enthaltene Pepton, so ergeben sich folgende Lösungsverhältnisse:

		Verdaut wurden von 100 Th. Flüssigkeit	100 Th. Pepsin	100 Th. Phosphorsäure	
Magensaft *G*	α	1,970	4104	64	Pepsin : PO_5 = 100 : 6417.
	β	1,734	3606	56	PO_5 : Pepsin = 100 : 1,56.
	γ	1,734	3612	56	

Obgleich aus dem Resultate dieser Beobachtungen schon mit grosser Wahrscheinlichkeit zu ersehen ist, dass die Phosphorsäure als mitwirkendes Mittel bei der Verdauung der Salzsäure bei weitem nachsteht, so bedarf dieser Gegenstand doch noch weiterer Untersuchung. Da auch ein Ueberschuss von Salzsäure die verdauende Kraft eines Magensafts sehr vermindert, so könnte hier wohl die verhältnissmässig grosse Menge von Phosphorsäure die Ursache gewesen sein, dass nur so geringe Mengen von Eiweiss in Pepton verwandelt wurden.

Achte Versuchsreihe.

Magensaft *H*.

Diese Flüssigkeit ward aus dem Drüsengürtel des Schweinsmagens und Milchsäure erhalten. Im Mittel mehrerer Bestimmungen ward sie zusammengesetzt gefunden aus:

Digitized by Google

Pepsin	0,034
Pepton	1,012
Salzen	0,536
Milchsäurehydrat	1,120
Wasser	97,298
	100,000

Nebenbei sei hier bemerkt, dass diese Flüssigkeit beim Verdunsten ohne metallisches Eisen oder Talkerde sehr viel salzsaure Dämpfe entwickelte, dass aber der Rückstand nicht blau oder braun wurde, wie jener, der aus mit Salzsäure versetztem und nicht neutralisiertem Verdauungsgemisch erhalten wird. Die frischbereitete Flüssigkeit war übrigens Anfangs etwas trüb, klärte sich aber beim Stehen in gewöhnlicher Temperatur nach 24 bis 36 Stunden. Natürlich wurde nur die klare Flüssigkeit zu den Versuchen benutzt. Dieser Magensaft erhielt sich übrigens selbst in stark verdünntem Zustande 8 Wochen lang unverändert, d. h. er zeigte weder eine Trübung noch Schimmelbildung, auch hatte er, wie ein besonderer Versuch lehrte, nichts an verdauender Kraft verloren.

100 Th. dieses Verdauungsmittels wandelten in 46 St. in Pepton um: 1,261 Th. α Eiweiss, 2,226 Th. β Eiweiss und 1,708 Th. γ Eiweiss; rechnet man hierzu das bereits im Magensaft gelöste Pepton, so sind durch 100 Th. einer Flüssigkeit, die neben 0,034 % Pepsin 1,120 % Milchsäurehydrat enthielt = 2,273 Th. α, 3,238 Th. β und 2,720 Th. γ Eiweiss verdaut worden.

Magensaft Ha_2.

Durch Verdünnung des vorigen mit einem gleichen Gewichte Wasser entstandene Zusammensetzung:

Pepsin	0,017
Pepton	0,506
Salze	0,268
Milchsäurehydrat	0,560
Wasser	98,649
	100,000

100 Th. dieses Verdauungsmittels setzten in 48 St. in Lösung = 1,215 Th. α Eiweiss, 1,604 Th. β Eiweiss u. 1,718 Th. γ Eiweiss; also sind, wenn das in dem Safte bereits enthaltene Pepton zugerechnet wird, von 100 Th. Flüssigkeit = 1,721 Th.

Digitized by Google

α, 2,110 Th. β und 2,224 Th. γ Eiweiss in Pepton verwandelt worden.

Bei stärkerer Verdünnung gab der milchsäurehaltige Magensaft sehr schwankende Resultate, wie aus dem folgenden Versuche zu ersehen ist.

Magensaft Ha_4.

Durch Verdünnung des vorigen mit einem gleichen Gewichte Wasser erhalten.

Pepsin	0,0085
Pepton	0,2530
Salze	0,1340
Milchsäurehydrat	0,2800
Wasser	99,3245
	100,0000

100 Th. Flüssigkeit lösten vom α Eiweiss = 0,525 Th. und vom γ Eiweiss = 0,389 Th.; + Pepton = 0,778 Th. α und 0,642 Th. γ Eiweiss.

Chiffre des Magensafts.		Verdaut wurden von 100 Th. Flüssigkeit	100 Th. Pepton	100 Th. Milchsäurehydrat.	
H	α	2,273	6680	203	
	β	3,238	9524	289	
	γ	2,720	8000	243	
Ha_2	α	1,721	10123	307	Pepsin : Milchsäurehydrat = 100 : 3294 oder 3,035 : 100
	β	2,100	12353	375	
	γ	2,224	13082	397	
Ha_4	α	0,778	9153	278	3294 *La H* äquivalent 1336 *HCl*
	γ	0,642	7553	230	100 *La H* äquivalent 40,55 ,,

Wenn man diese Zahlen, indem man dem Milchsäurehydrat ein Aequivalent Chlorwasserstoff substituiert, mit den obigen unter Anwendung von Salzsäure erhaltenen Resultaten, namentlich denen der zweiten Versuchsreihe vergleicht, so finden wir eine solche Uebereinstimmung, wie sie bei solchen Untersuchungen kaum besser erwartet werden kann. Freilich ist zu erwägen, dass durch die zugesetzte Milchsäure ein Theil der in der Flüssigkeit enthaltenen Chloride zersetzt worden ist, so dass hier ganz wie im natürlichen Magensafte sich neben Chloriden

Digitized by Google

und milchsauren Salzen freie Salzsäure und Milchsäure befan den. Später mitzutheilende Versuche, angestellt mit peptonfreiei und salzarmem Pepsin, werden die Behauptung mehr als wahrscheinlich machen, dass bei der Verdauung äquivalente Mengen von Salzsäure und Milchsäure einander vertreten können.

Neunte Versuchsreihe.

Magensaft *J*.

Diese Versuchsreihe bezog sich auf die Wirksamkeit der Essigsäure bei der Verdauung. Um einen möglichst reinen und zwar salzarmen Magensaft zu erhalten, wurden die schleimigen Theile der Magensaftdrüsen erst 2 Stunden lang bei gewöhnlicher Temperatur mit essigsäurehaltigem Wasser digeriert: dann die Flüssigkeit von dem scheinbar unveränderten Schleime abgegossen und der Rückstand mit essigsäurehaltigem Wasser in den Brutofen gebracht. Nach 2 Stunden wurde eine schmutzigröthliche, trübe Flüssigkeit erhalten, die jedoch vollkommen farblos und klar durchs Filter ging. Bei der Analyse wurden in 100 Th. derselben gefunden:

Pepsin	=	0,042
Pepton	=	0,651
Salze	=	0,077
Essigsäurehydrat . .	=	1,832
Wasser	=	97,398
		100,000

Von 100 Th. dieser Flüssigkeit wurden 1,094 Th. α Eiweiss und 0,783 γ Eiweiss aufgenommen; rechnet man hierzu das bereits gelöste Pepton, so ergiebt sich für $\alpha = 1{,}754$, für $\beta = 1{,}434$ Th.

Magensaft Ja_2.

Durch Verdünnung des vorigen mit dem gleichen Gewichte Wasser erhalten; daher zusammengesetzt aus:

Pepsin	0,0210
Pepton	0,3255
Salzen	0,0385
Essigsäurehydrat	0,9160
Wasser	98,6990
	100,0000

Digitized by Google

Von 100 Th. dieser Flüssigkeit wurden in 52 St. 0,573 Th. α Eiweiss und 0,406 Th. γ Eiweiss aufgenommen; rechnet man hierzu das bereits gelöste Pepton, so erhält man für $\alpha = 0{,}898$ Th. und für $\gamma = 0{,}711$ Th.

Magensaft *Fi*.

Dieser wurde erhalten, indem zu Magensaft *F* der sechsten Versuchsreihe eine der freien Salzsäure dieses Magensafts äquivalente Menge krystallisirtes essigsaures Natron gesetzt wurde, so dass jene Flüssigkeit nun anstatt 0,628 Th. Chlorwasserstoff = 1,032 Th. Essigsäure und 1,007 Th. Chlornatrium enthielt. Seine Zusammensetzung war alsdann:

Pepsin	0,068
Pepton	2,674
Salze	0,946
Chlornatrium . .	1,007
Essigsäurehydrat	1,032
Wasser	96,767
	102,494

102,5 Th. dieser Flüssigkeit nahmen in 49 St. = 0,860 Th. α Eiweiss und 0,637 Th. γ Eiweiss auf, also, wenn das bereits gelöste Pepton zugerechnet wird, = 3,534 Th. von α und 3,311 Th. von γ Eiweiss.

Chiffre des Magensafts.		Verdaut wurden von 100 Th. Flüssigkeit	100 Th. Pepsin	100 Th. Säure	
J	α	1,754	4176	95	Pepsin : Essigsäurehydrat = 100 : 4362 oder 2,29 : 100.
	γ	1,434	3414	78	
Ja_2	α	0,898	4276	98	
	γ	0,711	3386	77	
F	α	4,551	6700	724	Pepsin : Chlorwasserstoff = 100 : 924 oder 10,8 : 100.
	γ	5,658	8321	901	
Fi	α	3,534	5200	342	Pepsin zu Essigsäurehydrat = 100 : 1548 oder 6,6 : 100.
	γ	3,311	4870	321	

Es geht aus dieser Versuchsreihe deutlich hervor, dass die Essigsäure, gleich der Phosphorsäure, ein weit geringeres Verdauungsvermögen besitzt, als Salzsäure oder Milchsäure, und dass dasselbe in keinem nachweisbaren Verhältniss zu den Aequivalenten der letztern beiden Säuren steht.

Digitized by Google

Mehrere der Fragen, die durch diese Versuche noch nicht ihre Erledigung gefunden haben, hoffe ich in einem der nächsten Berichte zu beantworten und durch mehrere ähnliche Versuchsreihen, ausgeführt mit natürlichem Magensafte, so wie mit Gemischen von reinerm Pepsin und Säuren dem Hauptzwecke dieser Untersuchung, für den Chemismus der Magenverdauung eine Formel zu finden, wenigstens näher zu kommen, als dies durch die hier mitgetheilten Zahlenresultate gelungen ist.

In der Gesammtsitzung vom 24. Februar wurden die Herren *M. J. Schleiden*, Professor in Jena, *R. T. Marchand* und *A. W. Volkmann*, Professoren in Halle, zu ordentlichen Mitgliedern der mathematisch-physischen Classe gewählt.

Dieselbe Classe erlitt dagegen einen grossen Verlust durch den Tod zweier ordentlicher Mitglieder:

Am 18. März starb *Ludwig Friedrich Wilhelm August Seebeck*, Director der technischen Bildungsanstalt zu Dresden, ordentliches Mitglied der mathematisch-physischen Classe;

am 24. März starb *Johann Wolfgang Döbereiner*, Professor der Chemie in Jena, ordentliches Mitglied der mathematisch-physischen Classe.

Oeffentliche Sitzung am 18. Mai zur Feier des Geburtstags Seiner Majestät des Königs.

Herr *Fechner* sprach über *die mathematische Behandlung organischer Gestalten und Processe.*

Manche Philosophen sind geneigt, der exacten Behandlung organischer Verhältnisse den Spielraum oder die Berechtigung durch die Behauptung zu verkümmern, dass die organischen Verhältnisse einer mathematischen Behandlung an sich nicht oder doch weniger unterliegen, als die unorganischen. Erstere unterwerfen sich, letztere überheben sich einer solchen Behandlung.

Und es mag, wenn man beide Gebiete oberflächlich gegen einander hält, — wenn man die Leistungen der Mathematik eben so oberflächlich auffasst, wohl scheinen, als ob diese heut zu Tage noch ziemlich verbreitete Ansicht im Rechte sei. Aber im Interesse einer exacten Naturforschung liegt, dass sie es nicht sei. Und so ist meine Absicht, im Folgenden durch einige Erörterungen zu zeigen, wie sie in der That auf nicht hinreichen-

Digitized by Google

der Kenntniss des Geistes und der Befähigung mathematischer Methoden beruht. Ausserdem mag sie mit an einer nicht allzu triftigen Weise, das organische und unorganische Gebiet sich gegenüberzustellen, hängen. Aber dies bleibe hier dahingestellt. Halten wir uns vielmehr hier nur an einige Puncte, die überhaupt von keiner philosophischen Ansicht über das Verhältniss zwischen Organischem und Unorganischem Mass annehmen können, sondern eher selbst mit massgebend dafür sein müssen.

Der beschränkende Einwurf, gegen den wir uns zu wenden haben, lässt sich meines Erachtens auf folgende zwei Hauptgesichtspuncte zurückführen: erstens, dass die Freiheit, mit welcher der Geist oder ein, wie immer zu fassendes, ideelles Princip in Gestaltung und Bewegung des Organischen walte, einer mathematischen Bestimmbarkeit desselben widerstrebe. Die Mathematik finde ihren Angriff nur in einem Reiche des Seins und Geschehens, das Gesetzen unterliege, welche den Charakter der Nothwendigkeit tragen, und der Geist oder das ideelle Princip durchbreche solche stets durch sein freies Wirken. Indem aber die Freiheit des Ideellen Einfluss auf das Materielle gewinne, nehme dieses selbst den Charakter des Freien und also Unbestimmbaren an.

Zweitens: dass die organischen Formen, Entwickelungen, Bewegungen, z. B. die Physiognomie eines Gesichts, der Entwickelungshergang in einem Ei, die Verwickelung der Bewegungen in unserm Körper, sich ihrer eigenthümlichen Natur nach incommensurabel zur mathematischen Bestimmbarkeit verhalten. So wenig ein strenges Verhältniss zwischen Durchmesser und Peripherie eines Kreises angebbar, so wenig könne durch eine mathematische Formel eine organische Form oder ein organisches Verhältniss genau repräsentiert werden; das Organische werde stets ein Zuviel oder Zuwenig, kurz etwas nicht Zutreffendes gegen das, was sich mathematisch davon aussagen lasse, behalten. Es mag sein, dass der zweite Gesichtspunct sich mit dem ersten in Beziehung setzen oder von ihm abhängig machen lässt, indess wollen wir hier beide einer besondern Betrachtung unterwerfen, da doch nicht Jeder die Unbestimmbarkeit des Organischen durch Mathematik von Freiheitsgründen ableiten möchte.

Was nun den ersten Gesichtspunct anlangt, so müsste der daher entnommene Einwand allerdings gewichtig erscheinen, wenn man zu glauben hätte, dass der Geist, die Seele, das ideelle Princip, was ich hier aus alllgemeinstem Gesichts-

Digitized by Google

punct nicht scheide, selbst ein rein gesetzloses Wesen sei, und dergleichen Treiben vollführe, was ganz regellos in die Processe des Körpers hineinstöre. Wenn man dagegen zugiebt, — und im Allgemeinen wird dies überall nur unter verschiedener Fassung zugegeben — dass das organische Bilden und Thun selbst nur sei es der Erfolg oder der äussere Ausdruck eines im Ganzen ordnungsmässigen ideellen Wirkens ist, so wird von einem ordnungslosen Hineinstören des Geistes in den Körper überhaupt nicht die Rede sein können, sondern die ideelle Ordnung wird selbst auch zum Erfolg oder Ausdruck eine Ordnung im Materiellen oder Leiblichen haben müssen. Nun aber erklärt man eine solche Ordnung selbst für eine freie, das ihr inwohnende Gesetz für ein so zu sagen flüssiges, eine Indetermination noch einschliessendes, was zwar dem Gange des Geschehens allgemeine Normen setzen, einen allgemeinen Charakter aufdrücken, aber innerhalb dieser Normen, dieses Charakters das ihm Unterliegende nicht hindern könne, sich noch im Besondern unbestimmbar frei zu gestalten, zu entwickeln, zu äussern, von den Gesetzen eines nothwendigen Causalablaufs zu emancipieren. Und hierdurch komme eine Unbestimmtheit in das Organische, wodurch der Mathematik der feste Boden und sichre Angriff geraubt werde.

Zur Entgegnung will ich hier nicht auf die spinöse Streitfrage über den Vorzug des Determinismus oder Indeterminismus eingehen. Begreiflich, wenn der erste Recht hätte, fiele dieser ganze Einwand von selbst weg. Und es giebt vielleicht eine Fassungsweise des Determinismus, gegen welche die gewöhnlichen Einwände, die ihm gemacht werden, nicht Stich halten. Aber es ist nicht nöthig, auf solcher Ansicht zu fussen, unsere Freiheit irgendwie zu beschränken, um der Mathematik ein freieres Spiel zu sichern. Sondern lassen wir die Voraussetzung des Indeterminismus, um hiermit kurz jede den Determinismus abweisende Ansicht zu bezeichnen, gelten. Es möge wirklich aus Freiheitsgründen eine Unbestimmtheit in das organische Geschehen kommen, die sich vom Geistigen auf das Körperliche reflectiert. Nur dass nicht Alles unbestimmt im Organischen durch Freiheit werde. Und dies behauptet denn doch, wie wir schon erinnert, Niemand. Wie könnte sonst auch von Gesetzen der Logik, Psychologie, Physiologie und einem Charakter des Menschen, der durch alle seine Handlungen durchgeht, die Rede sein. Giebt es aber eine Gesetzmässigkeit im Geistigen, die sich

Digitized by Google

durch allen unbestimmten und unbestimmbaren Fluss und Wechsel der geistigen Phänomene forterhält und im Fluss und Wechsel der leiblichen Phänomene wiederspiegelt, so weit sich Geistiges überhaupt im Leiblichen spiegelt, so verliert die mathematische Behandlung keinesweges ihren sichern Angriff. Vielmehr sind wir in Betreff der Anwendung der Mathematik auf das Organische dann um gar nichts schlimmer gestellt, als in der Anwendung auf das Unorganische in allen den unzähligen Fällen, wo die Bedingungen des Geschehens uns nur theilweise bekannt sind. Auch hier tritt eine Unbestimmtheit ein; aber diese Unbestimmtheit, anstatt die bestimmte Anwendung der Mathematik aufzuheben, giebt ihr bloss eine besondere Form, welche das Mass und die Art der Unbestimmtheit selbst in bestimmter Weise einschliesst.

In der That vermag die Mathematik das nur theilweis oder von gewisser Seite Bestimmte so gut, ja, man kann sagen, so scharf zu fassen, als das Vollbestimmte, indem sie für die Unbestimmtheit selbst auch ihre Ausdrücke (in unbestimmten Funktionen, Gliedern, Coefficienten, Exponenten) hat, die in Combination mit dem Bestimmten jedwede Unbestimmtheit oder Freiheit der Regel oder Regel der Freiheit repräsentieren können. Die Formeln, die so entstehen, entbehren so wenig aller Bestimmtheit, als der Charakter eines freien Menschen. Sie lassen in der Anwendung eine unbestimmbare Menge Möglichkeiten zu, zwischen denen sie nicht entscheiden, aber sie lassen nicht alle Möglichkeiten zu, vielmehr nur solche, welche sich innerhalb des allgemeinen Charakters halten, der durch das, was in und an der Formel bestimmt ist, repräsentiert wird. Ob aber dann das Unbestimmte wirklich von Freiheit oder ob es von unserer Unkenntniss der Bedingungen abhängt, kann der Mathematik gleich sein; sie weiss und hat darüber nicht zu entscheiden; aber ebendeshalb kann ihr auch aus irgend welcher Entscheidung darüber keine Beschränkung erwachsen.

Um durch ein möglichst einfaches Beispiel zu erläutern, dass solche Behandlungsweisen bei aller Unbestimmtheit, die sie in der Lösung der Probleme lassen, doch von gewisser Seite wieder ganz bestimmte und schätzbare Resultate liefern können, so betrachte man die Bewegung einer in Schwingung versetzten tönenden Saite. Es würde nicht möglich sein, die Art, wie sie angeschlagen, gezerrt, gestrichen wird, um sie ins Tönen zu versetzen, welche theils sehr wechselnd, theils sehr unregel-

Digitized by Google

mässig sein kann, und wonach sich auch die Bewegung der Saite selbst ändert, überall in Rechnung zu nehmen, auch würde dies für jeden Fall eine neue Bestimmung erfordern. Für diese Unbestimmtheit der Ursachen und mithin auch Folgen wird nun ein unbestimmter Coefficient in die Formel eingeführt, durch welche man die Bewegung der Saite darstellt, und es bleibt mithin in gewisser Beziehung durch die Formel ganz unbestimmt, wie sich die Saite bewegt, es bleibt ihr so zu sagen freigestellt, wie sie sich bewegen will, oder wie wir sie bewegen wollen. Aber doch nicht nach jeder Beziehung frei, denn wie sie sich auch bewegen will, sie muss, so lange sie dieselbe und in derselben Weise gespannte Saite bleibt, dieselbe Schwingungszahl und mithin dieselbe Tonhöhe beibehalten; sie kann insofern bei aller Freiheit nicht aus ihrem Charakter fallen, wobei übrigens nichts hindert, dass diese Tonhöhe diesen oder jenen Klang *(timbre)* abhängig von feineren Modificationen in Beschaffenheit der Saite mitführe; was wieder Sache des von uns bis jetzt Nichtbestimmbaren ist.

Ein anderes Beispiel: Wenn man einen Wimpel an einem Schiffsmaste im Winde flattern sieht, so erstaunt man über die mannichfaltigen Bewegungen und Formen, welcher derselbe fähig ist. Es findet eine nicht berechnenbare Freiheit oder eine Unbestimmtheit derselben statt, welche die Physiognomie der Freiheit hat; ein Thier, ein Mensch macht bei weitem nicht so mannichfaltige, so wenig vorauszusehende Bewegungen. Doch sind diese Bewegungen, Formen nicht absolut unbestimmt. Die Dimensionen, das Gefüge, die Befestigung des Wimpels setzen den Bewegungen so gut gewisse Schranken, als Menschen und Thieren durch die festen Bedingungen ihrer Organisation geistig und leiblich zugleich gesetzt sind. Es liegt aber ganz im Geiste der Mathematik, Formeln angeben zu können, welche die ganze unbestimmte Möglichkeit jener Bewegungen zugleich mit jenen Schranken derselben, wodurch sie in gewisse Grenzen eingeschlossen werden, repräsentieren. Hat man auch dergleichen Formeln nicht in Bezug auf Schiffswimpel, so hat man sie doch für äquivalente Fälle.

Vielleicht am einfachsten ist es, daran zu erinnern, wie die allgemeine Gleichung z. B. einer Ellipse es noch gänzlich frei lässt, welche von den unendlich verschiedenen möglichen Arten der Ellipse man verzeichnen wolle; aber der allgemeine Charakter der Ellipse ist dadurch fest bestimmt. Will man grössere

Digitized by Google

Freiheit, so nehme man die allgemeine Gleichung der Kegelschnitte; so wird es nicht nur freigestellt sein, welche Art Ellipse, sondern auch welche Art Parabel, Hyperbel man zeichnen will, nur aus dem Charakter des Kegelschnittes kann man nicht fallen. Will man noch grössere Freiheit, so nehme man die allgemeine Gleichung einer Curve höherer Ordnung, so wird die Wahl zwischen den verschiedenen Formen nicht nur dieser Ordnung (die Mannichfaltigkeit wächst aber mit der Höhe der Ordnung), sondern auch aller niederen Ordnungen frei stehen, sofern jede allgemeine Gleichung höherer Ordnung die Gleichungen aller niederen als besondere Fälle mit einschliesst; aber Curven noch höherer Ordnung (über der gegebenen) werden so gut ausser dem Gebiete dieser Freiheit liegen, wie der Mensch bei aller Freiheit sich zu keinem höhern Wesen, als eben einem Menschen machen kann. Aber auch die Freiheit, in Niederes überzugehen, kann beliebig beschränkt, ja ganz abgeschnitten vorgestellt werden und nur eine Freiheit der Variation in irgend welcher höhern Ordnung bleiben, wenn man das Bestimmte demgemäss einrichtet (den Coefficienten der höheren Glieder nicht gestattet, null zu werden) *).

Kommen wir auf den zweiten Einwand, welcher der ist, dass die organischen Formen, Entwickelungsvorgänge, Bewegungen ihrer Natur nach incommensurabel zu einer mathematischen Fassung seien. Die Physiognomie eines Gesichts soll sich, selbst abgesehen von den Veränderungen, welche die Freiheit in den Zügen hervorbringen kann, nicht eben so genau durch eine Formel repräsentieren lassen, als die Gestalt des Erdkörpers oder eines Krystalls; der Entwickelungshergang eines Hühnchens im Ei oder die Verwickelung der Blutbewegungen in unserem Leibe nicht ebenso mathematisch darstellen lassen, als der Lauf eines Planeten um die Sonne u. s. w.

Für den ersten Anblick, wenn man das Organische in seinen verwickeltsten Formen dem Unorganischen in seinen einfachsten Formen gegenüberstellt, scheint diese Behauptung etwas

---

*) Den leitenden Gesichtspunkt obiger Ansicht über die Anwendbarkeit des mathematisch Unbestimmten zur Repräsentation des Freien schöpfte ich zuerst aus einem Gespräche mit meinem verehrten Freunde Prof. *Wilh. Weber;* da mir der Gedanke an die vielfachen Lösungen, welche Gleichungen höhern Grades gestatten, Anfangs näher lag. Unstreitig aber verdient die obige Auffassung den Vorzug.

Digitized by Google

für sich zu haben. Ja, man kann wirklich und ganz allgemein zugestehen, dass, welche selbst der einfacheren organischen Formen oder Bewegungen man überhaupt in Betracht ziehen mag, sich für keine einzige eine endlich abgeschlossene mathematische Formel finden wird, durch welche sie genau ausgedrückt werden kann; und man kann dies, wenn man will, wirklich eine Incommensurabilität des Organischen zur mathematischen Bestimmbarkeit nennen. Nun aber zeigt sich näher besehen, dass diese Incommensurabilität den unorganischen Naturformen und Bewegungen ganz eben so zukommt. Sie kommt den Naturformen und Bewegungen überhaupt und nach demselben Princip zu. Das rein Mathematische liegt überall bloss in unserer Vorstellung. Nicht einmal im Dreieck, was auf den Erläuterungstafeln unserer mathematischen Lehrbücher verzeichnet ist, ist es zu finden. Liegt also hier eine Beschränkung für die Mathematik, so bildet sie wenigstens keinen Unterschied zwischen Organischem und Unorganischem. Andererseits hat die Mathematik Mittel, diese Beschränkung ins Unbestimmte zu vermindern, und dies verhält sich wieder gleich in beiden Gebieten.

Die Erde z. B. pflegt mathematisch als eine Kugel oder als ein Sphäroid dargestellt zu werden, welches beides unter endliche Formeln rein fassbare Gestalten sind; aber man vernachlässigt, abgesehen von grösseren Ungleichförmigkeiten, zu deren Erkenntniss die neuern Gradmessungen geführt haben, Berge und Thäler dabei; die Krystalle werden als durch ebene Flächen regelmässig begrenzte Solida betrachtet, aber man vernachlässigt kleine Unregelmässigkeiten dabei, die verhältnissmässig mindestens so gross sind, als die Berge im Verhältniss zur Erde. Also selbst bei diesen scheinbar so einfachen Naturgestalten nur Approximationen. Nun mag aber andererseits die Gestalt, welche vorliegt, noch so compliciert und unregelmässig, ja willkührlich verwirrt sein, so steht es stets in der Macht der Mathematik, Formeln aufzustellen, welche die Approximation immer weiter treiben. Es bedarf dazu nur immer complicierterer und mühsamer zu berechnender Formeln, ja, über gewisse Grenzen wird die Arbeit zu beschwerlich, ohne dass das Princip weiterer Annäherung an sich eine Beschränkung erleidet.

So hat man die gröbste Approximation für die Gestalt der Erde, wenn man sie geradezu als Kugel fasst, und dem entspricht die einfachste Formel; eine grössere Approximation gewährt es schon, sie als elliptisches Sphäroid zu fassen; diess fordert

Digitized by Google

schon eine compliciertere Formel; es hindert nichts, Formeln aufzustellen, ja, das Princip dazu ist bekannt, welche jede Berg-geshöhe und Thalvertiefung mit einschliessen würden, aber die Formel würde unsäglich weitläufig und die Sammlung der Beobachtungen wie die Arbeit, sie zu berechnen, menschlich unausführbar werden, und immer noch würden die einzelnen Felszacken und Thalgruben nicht in die Formel aufgenommen sein; auch diese könnte man aufzunehmen versuchen, aber jede Felszacke hat wieder kleine Rauhigkeiten u. s. f. So kommt man nie zu Ende.

Ganz eben so im Organischen. Unmöglichkeit völlig genauer Bestimmung, aber Möglichkeit fortgesetzter Annäherung bis zu jedem beliebigen Grade. So ist, um zuerst einfachere Fälle zu betrachten, die gröbste Annäherung der Eiform ein elliptisches Sphäroid; man kann von jedem Ei wirklich das elliptische Sphäroid angeben, welchem es am ähnlichsten ist. Allem Anschein nach genau wird die Curve des Eies dargestellt durch eine mit der Ellipse verwandte Curve vierten Grades, welche Steiner bestimmt hat, und deren allgemeine Formel alle verschiedensten Formen der Vogeleier, welche vorkommen können, unter sich befassen mag*). Aber doch immer nur genau insofern, als man die kleinen Unebenheiten des Eies dabei vernachlässigt, wie man die Berge auf der Erde vernachlässigt. Auch für manche Schneckenhäuser hat Prof. Naumann schon die

---

*) Da vielleicht Jemand hiervon Veranlassung nimmt, die Eier ausführlicheren Untersuchungen in dieser Beziehung zu unterwerfen, so theile ich die von Steiner aufgefundene Formel (nach seinen mir mündlich gegebenen Notizen) gelegentlich mit. Seien u und v die Radii vectores einer Ellipse, c eine constante Grösse, so ist die Gleichung der Ellipse bekanntlich $u + v = c$; die der Eicurve aber ist $u + mv = c$, wo m auch eine Constante ist. Die Eicurve unterscheidet sich also bloss darin vonder Ellipse, dass statt der Summe der beiden *Radii vectores* die Summe des einen und eines bestimmten Verhältnisstheils vom andern eine constante Grösse ist. Jenachdem m und c und der Abstand der Brennpunkte verschieden gewählt werden, entstehen verschiedene Eicurven, und nach diesen verschiedenen constanten Werthen würden sich dann möglicherweise die Vogeleier unter verschiedene Klassen stellen. *Steiner* sagte mir, dass er (durch Tatonnement) die Coincidenz eines Eies (wenn ich nicht irre, Truthahneies) mit einer unter diese Formel gehörigen Curve (wie ich mich zu erinnern glaube, für den Werth $m = 2$) bewährt habe. Umfassendere und methodisch angestellte Versuche würden aber sehr erwünscht sein. Transformiert man die obige Gleichung für rechtwinklige Coordinaten, so stellt sich der vierte Grad der Gleichung leicht heraus.

Digitized by Google

Formeln angegeben, durch welche der Zug ihrer Gestalt, abgesehen von den kleinen Unebenheiten derselben, die überhaupt nicht in das Mass fallen, genau dargestellt wird*).

Man sagt vielleicht, dies sei wohl bei solchen Anfängen der Organisation möglich, ja die man selbst noch halb zum Unorganischen rechnen möchte (Eischale, Schneckenschale), obgleich sie doch durch organische Lebenskräfte gebildet sind. Aber es ist selbst beim menschlichen Gesichte nicht anders. In der That hindert gar nichts, wenn man die Mühe nicht scheuen will, für jedes menschliche Gesicht eine Approximationsformel aufzustellen, nach welcher sich das Gesicht mit einem solchen Grade der Genauigkeit würde verzeichnen lassen, dass es jeder vollkommen getroffen nennen würde; und durch Verwandlung gegebener Grössen aus dem gegebenen Gesichte eben so jedes andere zu machen, als man durch Verwandlung gegebener Grössen in der Formel einer bestimmten Ellipse aus dieser jede andere Ellipse machen kann. Jeder, der mit der analytischen Geometrie und den Methoden, Beobachtungen zu Formeln zu combinieren, etwas vertraut ist, wird wissen, dass die Methoden hierzu nicht fehlen. Es würde sich nur darum handeln, eine hinreichende Menge Messungen an dem Gesichte vorzunehmen und diese durch irgend eine Interpolationsformel zu combinieren.

---

*) Es dürfte von Interesse sein, folgende Stelle aus dem Eingange einer Abhandlung dieses gründlichen Naturforschers (Ueber die Spiralen der Conchylien, in den Abhandl. der Jablonowsk. Gesellsch. S. 153) hier mitgetheilt zu finden: «Denn es offenbart sich in den meisten dieser Schalgehäuse eine so bewundernswerthe Regelmässigkeit der Gestaltung, und in den Gehäusen einer und derselben Species eine so vollständige, bis in das kleinste Detail zu verfolgende Wiederholung desselben Gestaltungs-Typus, dass diese organischen Gebilde, in Bezug auf Gleichmässigkeit und Uebereinstimmung ihrer specifischen Configuration, die Krystalle der anorganischen Natur bei weitem übertreffen. Ganz vorzüglich aber und in höchst überraschender Weise giebt sich uns diese Geometrie der organischen Natur in den nach gewissen Spiralen oder Spiralschraubenlinien aufgewundenen Conchylien vieler Gasteropoden und Cephalopoden zu erkennen; und wer sich nur einigermassen mit der Betrachtung solcher Formen beschäftigt hat, ja wer nur einmal den centralen Durchschnitt eines *Nautilus* zu bewundern Gelegenheit hatte, dem wird sich unwillkührlich die Ueberzeugung aufgedrängt haben, dass in diesen Conchylien eine strenge mathematische Gesetzmässigkeit walten müsse, welche sie eben so wohl als einen Gegenstand der Messung und Rechnung erscheinen lässt, wie die Krystallformen des Mineralreiches.»

Digitized by Google

Immer nur eine Annäherung, aber die zu jeder Grenze weiter getrieben werden könnte.

So würde eine Sammlung Portraits berühmter Männer in vollem Ernste durch eine Reihe Formeln, aus $a, b, c \ldots x, y, z$ vertreten werden können, wonach Jeder, der die Sache versteht, im Stande wäre, die Portraits ganz treffend wieder herzustellen. Nur dass die unsägliche Arbeit, diese Formeln zu entwerfen, und der Umstand, dass sie ja doch erst in Zeichnung übersetzt werden müssten, um etwas Anschauliches zu gewähren, dies immer unpraktisch erscheinen lassen wird. Inzwischen würde für reine Profilzeichnungen die Arbeit wohl ausführbar sein, und es wäre möglich, dass man durch Vergleichung der Formeln für Gesichter oder Schädel verschiedener Racen und Charaktere interessante Beziehungen gewönne, was ich hier nur gelegentlich andeute. Nach dem Geiste der analytischen Geometrie ist z. B. gewiss, dass in dem Masse, als sich das Profil des Gesichts der griechischen Idealform nähert, und in dem Masse, als es sich der thierischen Form nähert, eine andere Veränderung in den Constanten seiner Gleichung eintritt. Es wäre denkbar, dass bei dem vollen griechischen Profil irgend ein Maximum- oder Minimumwerth eintrete, sei es für diesen oder jenen Coefficienten oder dieses oder jenes Verhältniss der Coefficienten unter einander. Hätte man nun auch nur gefunden, welchen Werthen die Natur bei ihren Annäherungen an die Idealform annäherungsweise zustrebt, so würde man dann eine Formel *a priori* mit den vollen Idealwerthen bilden und hienach die genaue Idealform verzeichnen können. Ich führe dies natürlich nicht als einen Vortheil für die Aesthetik an, aber als ein erläuterndes Beispiel, was für die Mathematik in diesem Felde erreichbar ist.

Man könnte den Einwand machen, nur der grobe materielle Zug der Form lasse sich auf solche Weise fassen, aber nie der feinere geistige Ausdruck. Allein richtig wäre nur, zu sagen: nie der feinste. Es fällt dies eben damit zusammen, dass auch von der Physiognomie des Erdkörpers u. s. w. sich nie das Feinste mathematisch fassen lässt. Dagegen würde sich z. B. der verschiedene Ausdruck eines Gesichts in Schmerz, Freude, Zorn, Liebe u. s. w., sofern er ja auf deutlich angebbaren Unterschieden in der Gestaltung der Gesichtszüge beruht, recht wohl mathematisch fassen, und das noch Feinere, Individuellere des Ausdrucks in unbestimmbarer Annäherung verfolgen lassen. Denn dass der feinste geistige Ausdruck ein Gesicht doch seiner

Digitized by Google

materiellen Form nach nicht an sich unverändert lässt, wird ja Jeder zugeben; nur die Messung und Verfolgung des Feinsten wird zu schwierig und erschöpfend unmöglich.

Bei Charakterisirung der Menschenracen nach der Schädelform pflegt man nur einzelne Linear-Dimensionen in Betracht zu ziehen; etwas viel Charakteristischeres würde man auch ohne genaueste Bestimmung der Schädelform erhalten, wenn man untersuchte, welche Curven zweiter Ordnung, oder, wenn man weiter gehen will, welche Curven höherer Ordnung gegebenen Durchschnitten des Schädels am nächsten kommen. Denn obwohl kein Schädeldurchschnitt und kein Theil eines Schädeldurchschnittes etwa eine wahre Ellipse oder Eiform darstellt, so ist doch gewiss, dass jeder Schädel bei gegebenem Durchschnitt einer gewissen Ellipse, einer gewissen Eicurve näher als jeder andern kommt; und so würden sich auch für die mittleren Schädelformen jeder Race charakteristische Durchschnittscurven finden lassen.

Sollte wirklich eine wissenschaftliche Physiognomik und Cranioskopie möglich sein, so möchte in der Vergleichung der physiognomischen und cranioskopischen Gleichungen verschiedener Menschen der Keim dazu liegen, weil alle Verhältnisse der Gesichts- und Schädelform in allen ihren Abänderungen und im vollständigsten Zusammenhange auf bestimmteste Weise durch solche Gleichungen ausdrückbar und in einer Weise verfolgbar und bezeichnenbar werden, wie es durch blosse Auffassung mittelst der Anschauung und Bezeichnung mittelst der gewöhnlichen Terminologie nie möglich ist. Fände man aber auf solchem Wege nichts von constanten und brauchbaren Resultaten in Betreff jener Lehren, so würde jeder andere Versuch, dieselben wissenschaftlich zu begründen, von vorn herein als noch vergeblicher anzusehen sein, ohne dass inzwischen hiemit die Nutzbarkeit solcher Behandlungsweise für andere Fälle und Zwecke ausgeschlossen wäre. Ueberhaupt ist das Feld der organischen Morphologie eines der Gebiete, auf dem man sich von der Mathematik künftig noch einmal grosse Leistungen zu versprechen haben dürfte, da es freilich jetzt zu bebauen erst angefangen worden.

Um nach so Manchem, was in dieser Beziehung erst zu erwarten, noch einiger wirklichen Erfolge zu gedenken, erinnere ich u. a. an die Bestimmung der Krümmungen der durchsichtigen Theile des Auges sowie der Netzhautkrümmung, die man theils sphärischer, theils ellipsoidischer, theils paraboloidischer Form gefunden hat; welche Bestimmung für jede feinere Theorie

Digitized by Google

des Sehens wesentlich ist; ferner an die Untersuchungen über die Spiral- oder Quincunxstellung der Blätter, wodurch eine genauere Einsicht in die Gesetzlichkeit der morphologischen Verhältnisse der Pflanzen gewonnen ist.

Bei allen vorigen Betrachtungen haben wir die organischen Gestalten als feste genommen; aber sie sind veränderlich, entwickelungsfähig. Kann nun die Mathematik auch diesen Veränderungen folgen? Ein Jeder, der mit mathematischen Methoden vertraut ist, wird wohl wissen, dass, wenn man die Formeln für die Gestalt eines organischen Wesens als Funktion der Zeit aufstellt, der Entwickelungsgang jeder organischen Gestalt für die Zeit, durch die man ihn verfolgen will, in der That ganz ebenso mathematisch dargestellt werden kann, als die Beschaffenheit der Gestalt für irgend einen bestimmten Zeitpunct, zwar wieder nie völlig genau, aber mit beliebig wachsender Annäherung. Es gilt wieder nur, die Beobachtungen hinreichend zu vervielfältigen und zur Formel zu combinieren. So könnte der Entwickelungsgang der Gestalt eines Hühnchens im Ei durch eine besondere Formel dargestellt werden, und durch Aenderung von Constanten in der Formel der Entwickelungsgang jedes andern Hühnchens, ja jedes andern Vogels. Nur die praktische Ausführung ist zu schwierig.

Um an etwas wirklich Ausgeführtes zu erinnern, was hieher gehört, erwähne ich der Untersuchungen von Bravais über das Wachsthum der Kiefern in die Dicke (in den *Mém. de l'Acad. de Bruxelles. T. XV.*) und von Harting über das Wachsthum des Hopfens in die Länge (in *Tydschrift voor natuurlyke geschiedeniss en Physiologie. T. IX.*)*). In beiden Fällen ist bloss eine Dimension des Wachsthums in Betracht gezogen; aber nach gleichem Princip kann man auch beliebig viele Dimensionen des Wachsthums ins Mass nehmen, und es ist immer möglich, die so gefundenen Bestimmungen zu einer allgemeinen Formel zu combinieren, welche das Gesetz des Wachsthums nach allen Dimen-

---

*) Ein Auszug aus obigen beiden Untersuchungen findet sich in *Wiegmann's* Archiv f. 1844. II. S. 38 und 40. Die Formel für das Wachsthum der Kiefer (*Pinus sylvestris*) in die Dicke ist folgende: $r = \frac{an}{1-bn}$, wo r den mittleren Durchmesser der Bäume, n die Zahl der Jahre des Wachsthums bedeutet; a ist ungefähr dem mittleren Halbmesser der Holzschicht des ersten Jahres gleich, b ist nach den Bodenverhältnissen verschieden.

Digitized by Google

sionen zugleich, und somit (bis zu beliebiger Annäherung) für die ganze Pflanze umfasst.

Dasselbe, was für organische Gestalten und Entwickelungen gilt, lässt sich auch ganz ebenso auf jede Art organischer Bewegungen übertragen, und auch in diesem Bezuge fehlt es nicht an schon wirklich fruchtbaren Anwendungen der Mathematik, z. B. in der Lehre von den Bewegungen der Gliedmassen, der Blutbewegung u. s. w.

So ist also die mathematische Bestimmbarkeit im Gebiete des Organischen ganz eben so gut vorhanden, als in dem des Unorganischen, und in letzterem eben solchen oder äquivalenten Beschränkungen unterworfen, als in ersterem, und nur, sofern die unorganischen Formen und das unorganische Geschehen sich einer einfachern Gesetzlichkeit mehr nähern, als die organischen, kann die Approximation im unorganischen Gebiete leichter und weiter getrieben werden, als im organischen. Dies wäre der ganze, sonach rein relative, Unterschied. Inzwischen lässt sich nicht einmal behaupten, dass dieser Unterschied immer dieselbe Richtung zwischen beiden habe, denn wie es im Hauptzuge sehr einfache Grundformen und Grundverhältnisse im Organischen giebt, so giebt es andererseits auch sehr verwickelte Formen und Verhältnisse im Unorganischen. Ein Felsstück hat oft eine viel weniger regelmässige Physiognomie als ein menschliches Gesicht, gewiss weniger als ein Ei, und die Gesammtheit der meteorologischen Processe auf unserer Erde möchte wohl grössere Verwickelungen darbieten, als die der organischen Processe in den einfachsten Thieren und Pflanzen, obwohl es auch bei jenen an Approximationsformeln im Einzelnen nicht fehlt. Denn alle einzelnen Witterungsverhältnisse sind nach ihrem allgemeinen Zuge schon unter solche gebracht.

Allgemein kann man sagen, dass jede denkbare Form und jeder denkbare Gang von Bewegungsprocessen mit völliger Genauigkeit mathematisch repräsentierbar ist durch eine convergierende unendliche Reihe, ja durch verschiedene Formen unendlicher Reihen; nur dass die Kunst des Mathematikers dahin gehen muss, solche Reihenformen aufzufinden, welche schon mit der geringsten Zahl Glieder die grösste Approximation gewähren, d. h. den Hauptzug der Gestalt oder Bewegung genau treffen. So lässt sich die Gestalt der Erde *genau* durch eine unendliche Reihe ausdrückbar halten. Bleibt man bei den ersten Gliedern

Digitized by Google

stehen, so wird man die Gleichung eines reinen Ellipsoides haben u. s. f.

Aus allgemeinstem Gesichtspunkte ist zu erinnern, dass Alles, was materielle Grössen–, Distanz–, Lagen–, mithin auch Form–, ferner Gewichts–, Bewegungs–Verhältnisse betrifft, sowie der zeitliche Uebergang jedes solchen Verhältnisses in ein anderes, wie auch alle Gesetze, die sich hierauf beziehen, an sich mathematisch, d. h. nach Grössenverhältnissen und mittelst Grössenverknüpfungen bestimmbar sind; und man sieht durchaus nicht ein, was das unorganische Gebiet in dieser Beziehung vor dem organischen voraus hätte.

Nachdem sich dies nun so verhält, kann es für die Anwendbarkeit der Mathematik als völlig gleichgültig erachtet werden, ob die Regeln, nach denen das Organische sich gestaltet, entwickelt, geschieht, mit denen übereinstimmen, die für das Unorganische gelten. Gesetzt, es ist nicht der Fall, so wird man diese Regeln für das Organische besonders aufzusuchen haben. Es wird eine besondere Morphologie, Mechanik des Organischen entstehen, auch wenn man will, der nun einmal für die unorganische Gleichgewichts– und Bewegungslehre übliche Ausdruck Mechanik nicht mehr anwendbar bleiben; man wird dann natürlich auch nur die in dieser neuen Lehre gültigen Gesetze anwenden dürfen; aber die Mathematik wird darum, dass neue Gesetze des materiellen Geschehens eintreten, noch nicht im Mindesten ihren Angriff darauf einbüssen, sofern nur überhaupt von der Freiheit nicht völlig verschlungene Gesetze irgend wie bleiben, welche auf materielle Verhältnisse Bezug nehmen.

Mit Fleiss und Bedacht habe ich bei dieser ganzen Darlegung vermieden, über das Sächliche der Freiheitsfrage und der Frage nach dem Verhältniss zwischen Organischem und Unorganischem eine Entscheidung geben zu wollen, ja in die Erörterung dieser Streitfragen überhaupt einzugehen, da es vielmehr darum zu thun war, zu zeigen, wie die Möglichkeit, das Organische einer mathematischen Behandlung zu unterwerfen, von der Stellung und Entscheidung jener Fragen ganz unabhängig ist. In der nicht allwärts stattfindenden Klarheit über diesen Punct scheint mir in der That einiger formeller Gewinn zu liegen, indem sich der exacte Forscher hienach in Betreff der Anwendbarkeit des grössten Hülfsmittels, dass er zur genauen Darstellung und Verknüpfung der Erscheinungen kennt, ganz unbeirrt und unabhängig von allen philosophischen Streitigkeiten über jene Fragen finden kann. Mag es

Digitized by Google

eine Freiheit in indeterministischem Sinne geben oder nicht, mag das Organische ganz andern oder denselben Gesetzen unterliegen, als das Unorganische; nur die Form der Anwendung, nicht die Anwendbarkeit der Mathematik selbst kann dabei betheiligt sein. Aber auch die Form der Anwendung wird sich nicht nach philosophischen Discussionen, sondern nach der Sachlage und den Kenntnissen von der Sachlage der organischen Verhältnisse in derselben Weise richten können, als es von jeher bei exacter Behandlung der Verhältnisse des Unorganischen der Fall gewesen. Hierüber würde sich noch Manches sagen lassen, worauf ich indessen hier nicht weiter eingehe, nachdem die Hauptabsicht dieses Vortrags mit Vorigem erledigt ist.

Digitized by Google

HANSEN einleitender Vortrag bei der Uebergabe seiner Abhandlung über die Entwickelung der Wurzelgrösse $(1-2\alpha H+\alpha^2)^{-\frac{1}{2}}$ nach den Potenzen von α. Heft X.

HANSEN über die Knotenbewegung des Mondes. Heft X.

W. WEBER einleitender Vortrag bei der Uebergabe seiner Abhandlung über die Erregung und Wirkung des Diamagnetismus nach den Gesetzen inducirter Ströme. Heft X.

E. H. WEBER Dass nur die Tastorgane allein fähig sind uns die Empfindungen von Wärme, Kälte und Druck zu verschaffen. Heft X.

SEEBECK über die Töne steifer Saiten. Heft X.

NAUMANN über die Felsenschliffe der Horburger Porphyrberge unweit Wurzen. Heft XI.

Aus dem Jahre 1848.

DROBISCH über die Theorie der Schuldentilgung. Heft I.

MÖBIUS über die Grundformen der Linien der dritten Ordnung. Heft I.

ERDMANN über Mellithsäure. Heft I.

NAUMANN über die logarithmische Spirale von Nautilus Pompilius und Ammonites galeatus. Heft I.

NAUMANN über die im Königreiche Sachsen möglicherweise noch aufzufindenden Steinkohlen. Heft III.

MÖBIUS über D'Arrests Beobachtungen und Berechnung der Elemente der von Graham entdeckten Planeten. Heft III.

CARUS über einen Fall einer krankhaften Verbildung mehrerer Suturen des Schädels. Heft III.

DROBISCH über die geometrische Construction der imaginären Grössen. Heft V.

MÖBIUS über die Gestalt sphärischer Curven, welche keine merkwürdigen Punkte haben. Heft V.

SEEBECK über Interferenz der Wissenschaften. Heft V.

E. H. WEBER Beiträge zur Anatomie und Physiologie des Bibers castor fiber. Heft V.

LEHMANN über das chemische Verhalten des russischen und canadischen Castoreum und des Smegma praeputii des Pferdes. Heft V.

E. H. WEBER über die Umstände durch welche man geleitet wird Empfindungen auf äussere Objecte zu beziehen. Heft VI.

REICH über die magnetische Polarität des Pöhlbergs bei Annaberg. Heft VI.

Digitized by Google

INHALT.

Seite

W. Weber, Bemerkung zu Neumanns Theorie inducirter Ströme . . . 1

Lehmann, über einige quantitative Verhältnisse die den Verdauungsprocess betreffen 8

Fechner, über die mathematische Behandlung organischer Gestalten und Processe 50

Digitized by Google

4066

BERICHTE

ÜBER DIE

VERHANDLUNGEN

DER KÖNIGLICH SÄCHSISCHEN

GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN

ZU LEIPZIG.

MATHEMATISCH-PHYSISCHE CLASSE.

1849.

II.

LEIPZIG.
WEIDMANN'SCHE BUCHHANDLUNG.
1850.

Digitized by Google

Digitized by Google

SITZUNG AM 14. JULI.

A. F. Möbius, *über das Gesetz der Symmetrie der Krystalle und die Anwendung dieses Gesetzes auf die Eintheilung der Krystalle in Systeme.*

Zwei Grundgesetze sind es, nach denen jede Krystallbildung geregelt ist: *das Gesetz der rationalen Verhältnisse* und *das Gesetz der Symmetrie.*

Das erstere besteht darin, dass, wenn A, B, C, D die Ecken einer Pyramide bezeichnen, deren Seitenflächen parallel mit vier Flächen eines Krystalls sind, und wenn die drei von einer der Ecken, etwa von D, ausgehenden Kanten DA, DB, DC, oder deren Verlängerungen, von einer mit einer fünften Fläche des Krystalls parallelen Ebene in A', B', C' geschnitten werden, die Exponenten der Verhältnisse

$$DA : DA',\ DB : DB',\ DC : DC'$$

sich wie ganze Zahlen zu einander verhalten*).

Werden daher mit drei Flächen eines Krystalls, welche nicht einer und derselben Geraden parallel sind, durch einen beliebigwo angenommenen Punkt D drei Ebenen DBC, DCA, DAB parallel gelegt, werden diese Ebenen zu coordinirten Ebenen, mithin ihre gegenseitigen Durchschnitte DA, DB, DC zu coordinirten Axen genommen, und werden die Theile DA, DB, DC dieser Axen, welche sich von ihrem gemeinschaftlichen Durchschnitte D bis zu ihren Durchschnitten A, B, C mit irgend einer vierten Ebene ABC erstrecken, die *Parameter* dieser vierten genannt: so kann man das Gesetz der rationalen Verhältnisse

*) Nach Miller, in dessen Treatise on Crystallography, Cambridge 1839, artcl. 2.

Digitized by Google

auch dadurch ausdrücken, *dass die Verhältnisse zwischen den Verhältnissen, in denen die Parameter irgend einer vierten Fläche des Krystalls zu den gleichnamigen Parametern irgend einer fünften Fläche desselben stehen, stets rational sind.*

Die hiernach zwischen je fünf Flächen eines Krystalls stattfindende Beziehung ist schon in rein geometrischer Hinsicht sehr merkwürdig. — Hat man vier Ebenen, von denen keine drei einer und derselben Geraden parallel sind, und werden die von einem der vier Durchschnittspunkte D je dreier der vier Ebenen ausgehenden drei Durchschnittslinien DA, DB, DC von der vierten Ebene in A, B, C und von einer fünften in A', B', C' geschnitten, so nenne man, wenn die zwei Verhältnisse zwischen den drei Verhältnissen $DA:DA'$, $DB:DB'$, $DC:DC'$ rational sind, die fünfte Ebene $A'B'C'$ aus den vier ersteren arithmetisch ableitbar. Werden ferner zu den vier ersteren Ebenen mehrere andere nach und nach hinzugefügt, dergestalt, dass jede neue mit zweien der gegenseitigen Durchschnittslinien der bereits vorhandenen Ebenen parallel ist, so heisse jede dieser neuen Ebenen aus den vier ersteren geometrisch ableitbar. Es lässt sich alsdann zeigen, dass jede aus den vier ersteren arithmetisch ableitbare Ebene aus ihnen auch geometrisch ableitbar ist, und umgekehrt jede geometrisch ableitbare Ebene es auch arithmetisch ist. — Es lässt sich ferner darthun, dass, wenn bei einem Systeme von fünf oder mehreren Ebenen aus gewissen vier derselben die übrigen ableitbar sind, auch aus je vier anderen Ebenen des Systems, von denen keine drei einer und derselben Geraden parallel gehen, die jedesmal übrigen abgeleitet werden können. — Insbesondere kann daher bei jedem Krystalle aus je vier Flächen desselben, von denen keine drei derselben Geraden parallel sind, eine mit irgend einer fünften Fläche des Krystalls parallele Ebene ohne Anwendung von Zirkel und Maassstab schon dadurch gefunden werden, dass man eine Anzahl neuer Ebenen, jede parallel mit zwei Durchschnittslinien der jedesmal schon vorhandenen hinzusetzt, indem man diese Operation immer so anzuordnen im Stande ist, dass man zuletzt eine Ebene, parallel jener fünften Fläche, erhält.

Die Richtigkeit der voranstehenden Sätze ergiebt sich leicht aus den in meinem «barycentrischen Calcul» über «geometrische Netze» angestellten Untersuchungen, — Untersuchungen, die ich damals für rein geometrische Speculationen hielt, ohne im Entferntesten den engen Zusammenhang zu ahnen, in welchem sie

Digitized by Google

mit einer Haupteigenschaft aller Krystalle stehen. Zuerst hat *Grassmann* hierauf aufmerksam gemacht in seiner «Wissenschaft der extensiven Grösse u. s. w.» (Leipzig, 1844.) Seite 262 f.

Nicht eben so bestimmt, wie das Gesetz der rationalen Verhältnisse, findet sich das andere Grundgesetz aller Krystallbildung, das Gesetz der Symmetrie, in den Lehrbüchern der Krystallographie ausgesprochen. Indessen lässt sich auch dieses zweite Princip in einem auf alle Krystalle sich gleichmässig erstreckenden Ausdrucke zusammenfassen. Um dieses thun zu können, muss ich jedoch Einiges über symmetrische Figuren überhaupt vorausschicken.

Eine Figur soll *symmetrisch* (in weiterem Sinne) heissen, wenn sie einer ihr gleichen und ähnlichen Figur auf mehr als eine Art gleich und ähnlich gesetzt werden kann.

Ebene Figuren, als welche allein wir zunächst in Betracht ziehen wollen, können mit anderen ihnen gleichen und ähnlichen Figuren immer zur Deckung gebracht werden, und es wird daher eine ebene Figur symmetrisch zu nennen sein, wenn sie mit einer ihr gleichen und ähnlichen Figur auf mehr als eine Weise zur Deckung gebracht werden kann. Ist z. B. $AB=ab$, $BC=bc$, $CA=ca$, und sind daher ABC und abc zwei einander gleiche und ähnliche Dreiecke, so decken sie einander, wenn das eine und folglich auch das andere ungleichseitig ist, nur auf eine Weise, wobei A mit a, B mit b, C mit c zusammenfällt; ein ungleichseitiges Dreieck ist mithin eine unsymmetrische Figur. Ist dagegen $AB=AC$ und daher ABC, folglich auch abc, ein gleichschenkliges Dreieck, so kann abc sowohl auf ABC, als auf ACB deckend gelegt werden. Sind aber die Dreiecke gleichseitig, so giebt es sechs Deckungen, nämlich die von abc mit ABC, BCA, CAB und mit CBA, ACB, BAC.

Wenn eine Figur einer anderen auf n, > 1, verschiedene Arten gleich und ähnlich gesetzt werden kann, so wollen wir sie nach der Zahl n symmetrisch nennen. Ein gleichschenkliges Dreieck ist daher nach der Zahl 2, ein gleichseitiges nach 6 symmetrisch, und es besitzt folglich das letztere einen dreimal höheren Grad von Symmetrie, als das erstere. Eben so wie ein Dreieck, oder ein System von drei Punkten, hat auch jedes System von noch mehreren Punkten den höchsten ihm möglichen Grad von Symmetrie, wenn die Punkte die Ecken eines regulären Vielecks sind, und die Zahl, durch welche dieser Grad ausgedrückt wird, ist, wie beim Dreieck, der doppelten Zahl der

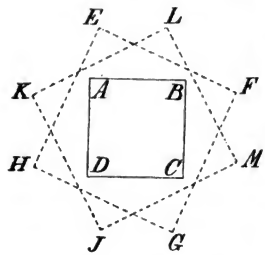
Digitized by Google

Punkte gleich. Sind z. B. A, B, C, D und a, b, c, d die auf einander folgenden Ecken zweier gleich grossen Quadrate, so kann *abcd* auf

$$ABCD,\ BCDA,\ CDAB,\ DABC,$$
$$DCBA,\ ADCB,\ BADC,\ CBAD$$

deckend gelegt werden.

Wird in der Ebene des regulären Vierecks $ABCD$ ein fünfter Punkt E hinzugefügt, so wird damit die Symmetrie im Allgemeinen aufgehoben. Denn die Figur $ABCDE$ kann von einer ihr gleichen und ähnlichen *abcde* im Allgemeinen nur auf eine Weise gedeckt werden. Die durch den Zusatz von E verloren gegangene Symmetrie wird man aber dadurch wieder herstellen können, dass man in der Ebene von $A \ldots E$ noch sieben neue Punkte F, G, H, I, K, L, M hinzusetzt; diejenigen nämlich, auf welche der Punkt e der Figur *abcde* fällt, wenn man das Quadrat $ABCD$ auf die noch übrigen sieben Arten vom Quadrate *abcd* gedeckt werden lässt. Denn setzt man auch zur Figur $a \ldots e$ sieben neue Punkte $f, g, \ldots m$ hinzu, so dass die Figur a, b, $\ldots$ m der Figur A, B, $\ldots$ M gleich und ähnlich wird, so werden, so oft sich auf eine der acht verschiedenen Weisen die beiden Quadrate $ABCD$ und *abcd* decken, auch die acht Punkte e, $\ldots$ m mit den acht Punkten E, $\ldots$ M, nur immer in anderer Ordnung, zusammenfallen. Es wird daher, so wie das Quadrat $ABCD$, auch die hinzugefügte Figur $E \ldots M$, und desgleichen auch die aus beiden zusammengesetzte $A \ldots M$, jede nach der Zahl 8, symmetrisch sein.



Wir wollen hierbei das reguläre Viereck, von welchem wir ausgegangen waren, die *Grundfigur* und die aus der willkührlichen Annahme eines Punktes E in der Ebene desselben entstandene Figur von acht Punkten eine der Grundfigur *zugeordnete Figur* nennen. Man sieht leicht, dass auf gleiche Weise zu jeder anderen symmetrischen Figur eine zugeordnete Figur construirt werden kann, dass der Ort eines ihrer Punkte willkührlich ist, und dass die Zahl ihrer Punkte der Zahl gleich kommt, nach welcher die Grundfigur symmetrisch ist. Ist daher, wie wir im Folgenden annehmen wollen, die Grundfigur ein reguläres nEck,

Digitized by Google

so besteht die zugeordnete Figur aus $2n$ Punkten; sie ist nämlich, wie man schon aus der obigen Figur ersehen kann, aus zwei einander gleichen regulären nEcken zusammengesetzt, welche mit dem nEck der Grundfigur einerlei Mittelpunkt haben, und deren Seiten vom Parallelismus mit den Seiten der Grundfigur um gleiche Winkel, aber entgegengesetzt, abweichen.

Ist die Grundfigur ein System von nur zwei Punkten oder ein Zweieck, als wobei der Unterschied zwischen regulär und irregulär wegfällt, so hat die zugeordnete Figur vier Punkte, die sich als die vier Ecken eines Rechtecks definiren lassen, dessen Mittelpunkt der Mittelpunkt der Grundfigur ist, und von welchem zwei gegenüberliegende Seiten von der die zwei Punkte der Grundfigur verbindenden Geraden rechtwinklig halbirt werden.

Besteht aber die Grundfigur aus nur einem Punkte, so hat man, analog dem Vorhergehenden, die zugeordnete Figur von zweien gebildet anzunehmen, zwischen denen der Punkt der Grundfigur in der Mitte liegt.

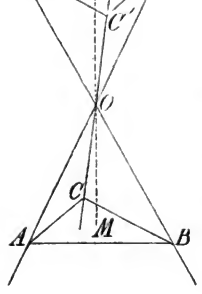
Erinnert werde nur noch, dass bei gewissen Annahmen des ersten willkührlich zu bestimmenden Punktes der irgend einer Grundfigur zugeordneten Figur die Punkte der letzteren paarweise zusammenfallen, und sich somit ihre Zahl auf die Hälfte der vorhin gedachten reducirt; dass aber auch alle diese Punkte in einem einzigen, nämlich im Mittelpunkte der Grundfigur, zusammenfallen können.

Das jetzt über symmetrische in einer Ebene enthaltene Systeme von Punkten Bemerkte gilt nach dem Gesetze der Dualität vollkommen auch in Bezug auf Systeme nicht in einer Ebene liegender und sich in einem Punkte O schneidender gerader Linien. So wie nämlich die Ecken einer vollkommen symmetrischen Figur in einer Ebene oder eines ebenen regulären Vielecks definirt werden können als ein in einer Ebene enthaltenes System von Punkten, welche von einem gewissen anderen Punkte der Ebene — dem Mittelpunkte der Figur — in gleichen Entfernungen sind, und von denen, in einer gewissen Folge genommen, ein jeder von dem nächstfolgenden und der letzte vom ersten gleichweit absteht: so ist ein System gerader durch einen Punkt O gehender Linien vollkommen symmetrisch zu nennen, wenn dieselben mit einer noch andern durch O gehenden Linie — der Mittellinie des Systems — gleiche Winkel bilden, und wenn sie in einer solchen Folge genommen werden können, dass die Winkel, welche jede mit der nächstfolgenden und die letzte mit der er-

Digitized by Google

sten macht, einander gleich sind. So wie ferner ein reguläres nEck mit einem anderen ihm gleichen auf $2n$ Arten zur Deckung gebracht werden kann, und dabei ein in der Ebene des einen willkührlich hinzugefügter Punkt in der Ebene des anderen eine diesem anderen als Grundfigur zugeordnete nach $2n$ symmetrische Figur von $2n$ Punkten erzeugt: so lässt sich auch ein vollkommen symmetrisches System von n sich in einem Punkte O schneidenden Linien im Raume mit einem anderen ihm gleichen Systeme auf $2n$ Arten zur Deckung bringen und erzeugt dabei mit einer ihm willkührlich hinzugefügten durch O gehenden Linie eine zugeordnete nach $2n$ symmetrische Figur von $2n$ Linien, welche durch den gemeinschaftlichen Durchschnitt der n Linien des anderen Systems gehen.

Um sich dieses zu näherer Anschauung zu bringen, errichte man auf der Ebene eines regulären Vielecks, etwa eines gleichseitigen Dreiecks ABC, im Mittelpunkte M desselben ein Perpendikel, und es werden die einen beliebigen Punkt O dieses Perpendikels mit A, B, C verbindenden und auf beiden Seiten unbestimmt verlängert zu denkenden drei Linien eine nach der Zahl 6 symmetrische Figur im Raume bilden, von welcher OM die Mittellinie ist. Werden nämlich die den Punkten A, B, C, M, O entsprechenden Punkte einer andern der ersteren gleichen Figur mit a, b, c, m, o bezeichnet, so werden bei drei Deckungen der beiden Figuren om mit OM und a, b, c der Reihe nach mit A, B, C, mit B, C, A, mit C, A, B, bei den drei übrigen Deckungen om mit OM' und a, b, c der Reihe nach mit C', B', A', mit A', C', B', mit B', A', C' zusammenfallen, wobei M', A', B', C' Punkte bedeuten, welche in den über O hinaus verlängerten Linien OM, OA, OB, OC so liegen, dass O der gemeinschaftliche Mittelpunkt von MM', AA', BB', CC' ist. Es erhellet endlich ohne Weiteres, dass, wenn die sechs Punkte $F, G, \ldots L$ in der Ebene ABC eine diesem Dreieck zugeordnete Figur bilden, das System der sechs Linien $OF, OG, \ldots OL$ eine den drei Linien OA, OB, OC, als Grundfigur, zugeordnete Figur sein



Digitized by Google

wird. — Analoges gilt für Grundfiguren, die aus mehr oder weniger als drei Linien zusammengesetzt sind. Ist die Grundfigur eine einzige Linie g, so besteht die zugeordnete Figur aus zweien, welche, sich in einem Punkte der g schneidend, mit g in einer Ebene also liegen, dass der von ihnen gebildete Winkel von g halbirt wird.

Uebrigens gilt auch hier die bei symmetrischen Figuren von Punkten in einer Ebene gemachte Erinnerung, dass in gewissen speciellen Fällen die Linien der zugeordneten Figur paarweise, oder auch alle mit einander in der Mittellinie der Grundfigur, zusammenfallen.

Mit Hülfe der jetzt über symmetrische Figuren angestellten Betrachtungen wird es nun leicht sein, die fast bei allen Krystallbildungen sich offenbarende Symmetrie in einem bestimmten Gesetze auszudrücken.

Von den mehr als Ausnahmen zu betrachtenden sogenannten hemiëdrischen Formen und Zwillingskrystallen jetzt und im Folgenden abgesehen, sind die Flächen eines vollkommen ausgebildeten Krystalls paarweise einander parallel. Ferner giebt es bei jedem solchen Krystalle einen *Mittelpunkt*, d. i. einen Punkt, welcher zwischen je zwei einander parallelen Flächen in der Mitte liegt. Eine durch den Mittelpunkt gelegte und auf einer der Flächen, also auch auf der ihr parallelen Fläche, perpendikuläre Gerade soll der *Träger* dieser beiden Flächen genannt werden. Alle bei einem Krystalle vorkommenden Träger bilden demnach ein System sich in einem Punkte, im Mittelpunkte des Krystalls, schneidender Graden, in welchem Punkte der Theil eines jeden, der zwischen den zwei von ihm getragenen Flächen liegt, halbirt wird.

Es giebt nun Krystalle, bei denen die gegenseitige Lage der Träger gar keine Symmetrie zeigt. Oder aber — und hierin eben besteht das noch aufzustellende Gesetz der Symmetrie — es lassen sich die Träger aller Flächen eines Krystalls in einer, oder zwei, oder mehreren Gruppen zusammenfassen, deren jede eine zugeordnete Figur zu einer und derselben vollkommen symmetrischen Grundfigur ist. Die Linien, aus denen letztere besteht, hat man sich, gemäss dem Vorigen, gleichfalls durch den Mittelpunkt des Krystalls gehend zu denken. Die Anzahl dieser Linien der Grundfigur aber kann nur eine der fünf 1, 2, 3, 4, oder 6 sein, nicht 5, 7, 8, oder irgend eine grössere Zahl, als welches, wie sich

Digitized by Google

zeigen lässt, dem Gesetze der rationalen Verhältnisse widerstreiten würde. Es sind daher nur fünf Grundfiguren möglich. Auch finden sich für jede derselben Krystalle in der Natur vor, und man wird somit von selbst darauf geleitet, die Krystalle nach der Verschiedenheit ihrer Grundfiguren in eben so viel verschiedene Classen oder Systeme einzutheilen. Indessen ist diese Eintheilung keine neue, sondern stimmt mit der bisher angenommenen, von Weiss begründeten Eintheilung vollkommen überein, wie folgende Uebersicht lehrt:

Grf.	Tr.	Fl.	Sp.	Systeme.
—	1	2	—	Triklinoëdrisches oder tetraprismatisches System.
1	2	4	180°	Monoklinoëdrisches oder hemiprismatisches System.
2	4	8	90	Rhombisches oder prismatisches System.
3	6	12	60	Rhomboëdrisches System.
4	8	16	45	Tetragonales oder pyramidales System.
6	12	24	30	Hexagonales System.

Die Columne Grf. enthält die Zahlen von Linien, welche die Grundfigur haben kann; die Zahlen der Columnen Tr. und Fl. zeigen an, aus wie viel Trägern und Flächen jede zu der entsprechenden Grundfigur gehörige Gruppe im Allgemeinen und höchstens zusammengesetzt ist; die Erklärung der Columne Sp. folgt weiter unten. In der letzten Columne, welche die Namen der verschiedenen Systeme angiebt, steht dasjenige voran, welches keine Grundfigur hat, und wo daher die Träger mit ihren Flächenpaaren nicht gruppenweise, sondern einzeln in Betrachtung kommen.

Den hiermit aufgezählten Systemen ist aber noch eines hinzuzufügen, das sich durch Symmetrie vor ihnen allen auszeichnet. Es entspringt dasselbe aus einer Grundfigur von drei, oder, wenn man will, von vier Geraden, welche eine besonders merkwürdige Lage gegen einander haben. Während nämlich eine Grundfigur von drei oder von vier Linien, wie wir vorhin sahen, im Allgemeinen nur auf resp. sechs oder acht Arten mit einer ihr gleichen Figur congruirt, können, wenn man zur Grundfigur die drei Linien nimmt, welche die Mittelpunkte der gegenüberliegenden Flächen eines Würfels, oder die vier Linien, welche die gegenüberliegenden Ecken des Würfels mit einander verbin-

Digitized by Google

den, vierundzwanzig Congruenzen zu Wege gebracht werden, — und dieses aus dem Grunde, weil der Würfel mit einem ihm gleichen auf sechsmal vier Arten zur Deckung gebracht werden kann, und dabei immer jene drei und diese vier Linien des einen Würfels mit den entsprechenden drei und vier Linien des anderen zur Deckung kommen. — Eine noch beliebig durch den Mittelpunkt des Würfels gelegte gerade Linie wird bei diesen 24 Deckungen im Allgemeinen und höchstens 24 verschiedene Lagen erhalten, und somit ist einleuchtend, dass eine Figur, welche der jetzt angenommenen Grundfigur in der obigen Bedeutung des Wortes zugeordnet ist, aus 24 Linien besteht, und dass folglich bei einem Krystalle, dem eine solche Grundfigur zukommt, im Allgemeinen und höchstens je 24 Träger mit den 48 von ihnen getragenen Flächen zu einer Gruppe gehören. Das System, in welchem Krystalle dieser Art begriffen sind, wird das *tessulare*, auch wohl vorzugsweise das *regulăre*, oder auch das *octaëdrische* genannt, indem die drei Verbindungslinien der gegenüberliegenden Ecken und die vier Verbindungslinien der Mittelpunkte der gegenüberliegenden Flächen eines Octaëders Figuren bilden, welche mit den vorigen Grundfiguren von drei und von vier Linien identisch sind.

Es lässt sich nun zeigen, dass ausser der jetzt erklärten Weise nicht noch durch eine andere specielle Annahme für die gegenseitige Lage der 2, 3, 4 oder 6 Linien, welche die Grundfigur eines Krystalls bilden können, die Grundfigur einen höheren Grad von Symmetrie gewinnt, und damit zugleich eine von den vorigen verschiedene und dem Gesetze der rationalen Verhältnisse nicht widersprechende zugeordnete Figur erzeugt wird. Und somit giebt es auch der Theorie nach, wenn diese auf das eben gedachte Gesetz und auf das Gesetz der Symmetrie, wie es im Vorigen ausgesprochen wurde, gegründet wird, nicht mehr und nicht weniger Krystallsysteme, als in der Natur vorgefunden werden.

Die Anzahl dieser Systeme ist sieben: zuerst das in der Anordnung seiner Träger ganz unsymmetrische; sodann fünf Systeme mit einer Grundfigur von 1, 2, 3, 4, oder 6 Linien und zugeordneten Figuren von resp. 2, 4, 6, 8, oder 12 Trägern; zuletzt das vorzugsweise sogenannte reguläre System. Doch kann man, wie es gewöhnlich geschieht, die zwei Systeme, bei deren einem die Grundfigur 3, beim andern 6 Linien hat, für eines rechnen, indem man entweder die Flächengruppen des

Digitized by Google

ersteren als hemiëdrische Formen des letzteren, oder, wie Miller thut, jede Flächengruppe des letzteren als aus zweien des ersteren zusammengesetzt betrachtet. Hierdurch reducirt sich die Zahl der Systeme auf sechs*), die man — wenigstens einfacher, als bisher — das *irreguläre* oder das *vorerste*, das *erste, zweite, dritte, vierte* und das *reguläre* System nennen könnte, wobei die vier mittleren ihre Namen nach der Anzahl der ihren Grundfiguren zukommenden Linien führen. Es verbände sich hiermit noch der Vortheil, dass bei den vier mittleren die Zahl eines jeden, nachdem sie vervierfacht worden, zugleich anzeigte, wie viel Flächen zu den einzelnen Gruppen oder Formen desselben im Allgemeinen zu rechnen sind.

Uebrigens kann man die Grundfiguren, statt sie, wie im Vorigen geschehen, aus 1, 2, 3, 4, oder 6 Geraden bestehen zu lassen, auch aus eben so vielen durch den Mittelpunkt des Krystalls gelegten Ebenen gebildet annehmen, die sich, wenn es ihrer mehr als zwei sind, in einer und derselben Geraden, und, wenn es mehr als eine sind, unter gleichen Winkeln, also unter Winkeln von 90°, 60°, 45°, oder 30° schneiden. Dabei zerfallen die zu einer und derselben Gruppe gehörigen Träger in Bezug auf jede Ebene der Grundfigur in Paare, deren jedes gegen die Ebene symmetrisch liegt. — Sehr leicht lässt sich dieses veranschaulichen, wenn man zwei ebene Spiegel unter einem Winkel von 180°, 90°, 60°, 45°, oder 30° an einander setzt. Man sehe die Columne Sp. der obigen Tabelle. Die Spiegelflächen selbst und die Bilder, welche sie von sich machen, sind die Ebenen der Grundfigur. Ein zwischen die Spiegel gehaltener, ihre gemeinschaftliche Grenzlinie treffender Stab gewährt in Ver-

*) Noch ein System, welches von mehreren Krystallographen mit aufgestellt wird, ist das sogenannte *diklinoëdrische*. Ich bemerke in dieser Hinsicht, dass man die dahin gehörigen Krystalle, die übrigens bis jetzt nur als Seltenheiten beobachtet worden sind, auch zum triklinoëdrischen Systeme rechnen kann, wobei zwei Träger sich unter rechten Winkeln schneiden. Hierdurch und in Folge des Gesetzes der rationalen Verhältnisse wird allerdings eine Symmetrie möglich gemacht, die sich jedoch nur auf die mit jenen zwei Trägern in einer Ebene liegenden Träger beschränkt, und deren Grundfigur der eine jener zwei Träger selbst ist. — Eben so, wie das diklinoëdrische, könnte es noch einige andere Systeme geben, bei welchen bloss die in einer gewissen Ebene enthaltenen Träger Symmetrie beobachteten, und dieses in Bezug auf eine Grundfigur, bestehend aus zwei sich rechtwinklig, oder drei sich unter Winkeln von 60° schneidenden und in derselben Ebene begriffenen Linien.

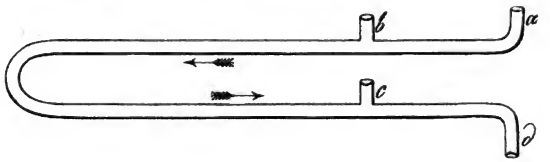
Digitized by Google

einigung mit seinen Spiegelbildern den Anblick der zu einer Gruppe gehörigen Träger, nur dass man von jedem Träger bloss die auf die eine Seite des Krystallmittelpunktes fallende Hälfte wahrnimmt, als welcher Punkt da liegt, wo der Stab die gemeinschaftliche Grenze der Spiegel trifft. Bringt man den zwischen zwei nächstfolgenden Ebenen der Grundfigur enthaltenen Theil eines Krystalls zwischen die zwei unter gleichem Winkel gegen einander geneigten Spiegelebenen, so wird man den ganzen Krystall zu sehen glauben. — Aehnlicher Weise wird man den Anblick aller 24 zu einer Gruppe des regulären Systems gehörenden Träger haben, wenn man drei Spiegel unter Winkeln von 90°, 60° und 45° an einander setzt und mit einem in die solchergestalt gebildete Pyramide gehaltenen Stabe die Spitze derselben berührt. Ein ebenes Dreieck, dessen Ecken in den Kanten der Pyramide liegen, giebt den Anblick eines sogenannten Achtundvierzigflächners, und in den speciellen Fällen, wenn die Dreiecksebene auf den Kanten des Flächenwinkels von 90°, 60°, oder 45° normal ist, den Anblick eines Rhombendodekaëders, eines Octaëders, oder eines Würfels.

Mit Ausnahme der schon oben gedachten Formen, *sind* demnach, wie man kurz sagen kann, *die Krystalle kaleidoskopische Figuren, und das System, zu welchem ein Krystall gehört, wird durch den Spiegelwinkel des Kaleidoskops bestimmt.*

A. W. Volkmann, *über einige Probleme der Hämodynamik und deren Lösbarkeit.*

Seit Jahren mit Untersuchung der physicalischen Bedingungen der Blutbewegung beschäftigt, habe ich eine Versuchsreihe angestellt, welche für die Hämodynamik einige neue Aussichten eröffnet. In die beiden Enden eines durchschnittenen Blutgefässes werden die Mündungen einer gebogenen Glasröhre von beistehend abgebildeter Form eingebunden.



Digitized by Google

Bei *b* und *c* befinden sich ein Paar Messinghülsen, welche einerseits mit dem Kanale der Glasröhre, andererseits mit ein Paar Manometern communiciren, deren Bestimmung dahin geht, den Blutdruck zu messen. Wenn das Blut, in der Richtung der Pfeile, von *a* nach *b* fliesst, so ist der Druck ohne Ausnahme in *b* um ein Ansehnliches grösser als in *c*, woraus sich ergiebt, dass der Werth desselben in der Richtung des Gefässverlaufes abnimmt. Die entgegengesetzte Angabe *Poisseuille's*, nach welchem der Druck durch das ganze System der Arterien von gleicher Stärke sein sollte, ist unrichtig. Als ich beispielsweise mein Instrument in die Kopfschlagader eines Kalbes eingeführt hatte, betrug der Druck im Manometer *b* 139 Millimeter Quecksilber, in *c* dagegen nur 122,7 Mm. Es ergab sich demnach für eine Distanz von 900 Millim. (denn so weit lagen die Druckmesser aus einander) ein Unterschied von 16,3 Mm. in den Druckwerthen.

Nachdem nun die Druckdifferenz (sie werde mit *D* bezeichnet) notirt worden war, wurde das Experiment in folgender Weise fortgesetzt.

Die Glasröhre wurde bei *d*, nach Unterbindung der peripherischen Seite der Carotis, freigelegt, so dass das Blut aus der offenen Mündung unbehindert abfliessen konnte. Dieses abfliessende Blut wurde mit Rücksicht auf die Zeit, die es zum Abfliessen brauchte, in verschiedenen Gläsern gesammelt und zur Berechnung der Geschwindigkeit des Fliessens benutzt. Je mehr das Thier Blut verlor, um so geringer wurde die Geschwindigkeit *v*, aber auch um so geringer die oben besprochene Druckdifferenz *D*. Indem nun in jeder Beobachtung die zusammengehörigen Werthe von *v* und *D* notirt wurden, entstand eine Reihe von Fällen, welche das Verhältniss von $D : v$ zu berechnen gestattete. Die mathematische Behandlung ergab:

$$D = mv^2 + nv$$

wo *m* und *n* zwei constante Coëfficienten bezeichnen. Nun hat aber die Hydrodynamik gelehrt, dass sich der Widerstand der Flüssigkeiten, welche durch Röhren strömen, ebenfalls wie die Summe zweier Glieder verhalte, deren eines das Geschwindigkeitsquadrat, das andere die einfache Geschwindigkeit enthält, so dass

$$w = mv^2 + bv$$

wo *w* den Widerstand bedeutet. — Hiernach ist klar, dass unsere Druckdifferenz *D* und folglich der Blutdruck überhaupt mit den Widerständen, welche der Blutbewegung entgegentreten,

Digitized by Google

in innigster Beziehung stehen. Die bekannten Hämodynamometer-Messungen haben keinen anderen Sinn, als den Widerstand zu messen, welchen das Blut an dem Punkte zu überwinden hat, mit welchem das Instrument in Verbindung steht.

Die nächste allgemeine Folgerung, welche die mitgetheilten Beobachtungen zu machen gestatten, ist die, dass die Bewegung des Blutes unter dem Einflusse eines hydrodynamischen Gesetzes stehe. Hiergegen ist nicht einzuwenden, dass diese Folgerung nur für die Blutbewegung durch die Glasröhre zwingend sei. Das Verhältniss des Druckes zur Geschwindigkeit kann in der Carotis, welche der Glasröhre das Blut zuführt, unmöglich anders sein als in dieser selbst. War also der Druck in der Glasröhre, welche das Blut der Kopfschlagader ableitet, eine Function der Stromschnelle und mathematisch berechenbar, so musste dasselbe Verhältniss auch in der Carotis stattfinden.

Da die Versuche über das Verhältniss des Druckes zur Geschwindigkeit bei sehr verschiedenen Werthen beider angestellt worden waren, so hatte es keine Schwierigkeit, die constanten Coëfficienten m und n für die Gleichung $D = mv^2 + nv$ zu finden. In den Versuchen am Kalbe war beispielsweise $m = 0{,}000035249$ und $n = 0{,}023258$.

Mit Hülfe dieser Coëfficienten lässt sich berechnen, wie schnell das Blut durch die Glasröhre strömte, als diese gleichzeitig im centralen und peripherischen Ende der Kopfschlagader eingeführt war und gleichsam ein in Glas verwandeltes Stück Carotis darstellte. Denn wenn

$$D = mv^2 + nv$$

so ist

$$v = -\frac{n}{2m} + \sqrt{\frac{\left(\frac{n}{m}\right)^2}{4} + \frac{D}{m}}$$

Hat die Glasröhre auch nur annäherungsweise die Weite des Blutgefässes, in welches sie eingeführt wurde, und ist ihre Länge nicht übermässig, so lässt sich erweisen, dass das Blut fast genau mit derselben Schnelligkeit durch dieselbe strömen müsse, wie durch das bezügliche Blutgefäss selbst. Hiermit ist ein Mittel gegeben, die Geschwindigkeit des Blutstroms in grossen Gefässen zu messen.

Eine neue Versuchsreihe, mit demselben Apparate, war folgende. Das Ende a der gebogenen Glasröhre wurde mit einem Wasserständer in Verbindung gesetzt, welcher in verschiedenen

Digitized by Google

Versuchen mehr oder weniger hoch mit Wasser gefüllt war. Wie früher wurde an den Manometern die Druckdifferenz notirt, und das in einer gegebenen Zeit abfliessende Wasser diente zur Bestimmung der Stromschnelle. Alle in dieser Weise angestellten Beobachtungen wurden benutzt, die Coëfficienten m' und n' zu suchen, welche diesmal andere Werthe ergaben, als in dem Versuche mit Blut. Wurden nämlich in die Gleichungen

$$D = mv^2 + nv$$

und

$$D' = m'v^2 + n'v$$

dieselben Werthe für v eingeführt, so war D' beträchtlich kleiner als D. Da nun der Druck in derselben Weise entsteht wie die Widerstände, und folglich mit den Widerstandsursachen zunehmen und abnehmen muss, so kann das Kleinerwerden des Druckes bei Anwendung von Wasser statt Blut nur auf eine Verminderung der Widerstandsursachen bezogen werden. Bedenkt man, dass in beiden Versuchsreihen mit derselben Glasröhre operirt wurde, so fällt die Möglichkeit weg, die Veränderung der Widerstandsmomente in dieser zu suchen. Geändert hat sich nur das Fluidum; es wurde einmal mit klebrigem Blute und das andere Mal mit leicht flüssigem Wasser operirt, also hat sich die Adhäsion geändert. Wird v constant gesetzt, so verhält sich $D : D'$ wie die Adhäsion des Blutes zur Adhäsion des Wassers. In meinen Versuchen fand sich, dass bei einer Geschwindigkeit von 300 Millimeter, in einer Secunde, die Adhäsion des Kalbsblutes gegen $2\frac{1}{2}$ mal grösser war, als die des Wassers vom entsprechenden Wärmegrade, während das Blut von Hunden in zwei analogen Experimenten eine viermal grössere Adhäsion auswies. Es eröffnen sich also Aussichten, die Adhäsionscoëfficienten des Blutes in verschiedenen Thieren kennen zu lernen, eine Erkenntniss, welche für die vergleichende Physiologie von entschiedenem Interesse sein würde.

Digitized by Google

SITZUNG AM 27. OCTOBER.

Eduard Weber, *über die Gewichtsverhältnisse der Muskeln des menschlichen Körpers im Allgemeinen.*

Der thierische Körper gehört hinsichtlich seiner Bewegungen zu den Mechanismen, welche sich ohne Benutzung von aussen entlehnter Kräfte automatisch bewegen, weil sie die Kraft, die sie in Bewegung setzt, in sich selbst erzeugen.

So wie die Dampfmaschine auf dem Principe der Dampfkraft, beruht der thierische Bewegungsmechanismus auf dem Principe der Muskelkraft, d. h. alle Einrichtungen desselben sind auf die vortheilhafte Benutzung der letzteren berechnet.

Die Fleisch- oder Muskelsubstanz besitzt die Eigenschaft, auf gewisse äussere Einflüsse, die ihr im Körper durch die Nerven mitgetheilt werden, momentan ihre Gestalt zu verändern, sich mit grosser Kraft in der Richtung der Fasern, aus denen sie besteht, zu verkürzen, während sie in den beiden anderen Dimensionen zunimmt und, wenn jene Einflüsse aufhören, eben so momentan zu ihrer früheren Form zurückkehrt.

Diese Eigenschaft der Muskelsubstanz, über welche ich im physiologischen Wörterbuche von *Rudolph Wagner,* Art. Muskelbewegung, eine ausführliche Untersuchung gegeben habe, hat die Natur auf eine äusserst einfache Weise zur Herstellung eines automatischen Bewegungsmechanismus im thierischen Körper benutzt. Die Muskelsubstanz übt nämlich, wenn ihre Fasern an den Enden befestigt sind, im Acte ihrer Verkürzung auf diese Befestigungspunkte Spannkräfte aus, durch welche sie dieselben gegen einander zu bewegen strebt. Die Natur hat daher Stränge aus der Muskelsubstanz gebildet, welche an dem Hebelapparate des Skelets von einem Knochen zum anderen gespannt sind, und daher dieselben durch ihre Verkürzung in der Richtung gegen einander drehen oder zu drehen streben, in welcher die Befestigungsstellen an denselben sich einander nähern. Das durch die Muskeln bewegte Skelet besteht bekanntlich selbst nur aus Reihen drehbar mit einander verbundener Knochen und stellt daher einen Mechanismus dar, der allein auf dem Principe des Hebels, und zwar in seiner einfachsten Form, beruht.

Diese grosse Einfachheit des ganzen thierischen Bewegungsmechanismus steht in einem merkwürdigen Contrast zur Voll-

Digitized by Google

kommenheit wie zur Mannigfaltigkeit seiner Leistungen, mit welcher Art von anderen Maschinen wir ihn auch vergleichen mögen. Ich will hier auf eine Eigenthümlichkeit desselben aufmerksam machen, welche den thierischen Bewegungsmechanismus von allen Maschinen unserer Werkstätten unterscheidet, und welche zum Theil die Möglichkeit einer so grossen Einfachheit erklärlich macht. In jeder Maschine der letzteren Art geht die bewegende Kraft stets von einer einzigen Quelle aus, jede Dampfmaschine hat daher nur *einen* Dampfkessel, von dem aus die bewegende Kraft nach allen Theilen der Maschine verlegt werden muss. In dieser Verlegung der Kraft aber vom Orte ihrer Entstehung nach den Orten ihrer Verwendung liegt gerade die Ursache der Complication unserer Maschinen; im thierischen Bewegungsmechanismus dagegen ist die Zahl der Kraftquellen unbeschränkt gross, denn nicht bloss jeder Muskel, sondern jedes Muskelbündel, vielleicht jede Muskelfaser, muss als eine kleine für sich bestehende Kraftquelle betrachtet werden. In dieser unbeschränkt grossen Zahl der bewegenden Kräfte liegt nun eben die Ursache der grossen Einfachheit unseres Bewegungsmechanismus, weil nämlich die Kräfte hier nicht von einem Orte zum anderen versetzt zu werden brauchen, sondern selbst am Orte ihrer Verwendung erzeugt werden.

Der Standpunkt, von dem wir bei der Betrachtung der Muskeln ausgegangen sind, lenkt unsere Aufmerksamkeit auf ein wichtiges Verhältniss aller am Skelete ausgespannten Muskeln, welches bis jetzt von den Anatomen wenig oder gar nicht beachtet worden ist, nämlich auf das *Verhältniss der Menge der Muskelsubstanz*, welche zur Bildung der den verschiedenen Bewegungen gewidmeten Muskeln verwendet worden ist. So wie man eine Quantität Wasser, welche zu einer gewissen Höhe gehoben oder daselbst angesammelt worden ist, weil man dadurch, dass man sie fallen lässt, eine lebendige Kraft erzeugen kann, die sich zu mannigfaltigen Zwecken anwenden lässt, einen *Nutzeffect* nennt und darunter ein Reservoir disponibler Kraft versteht, welche man auf einmal oder successive in Wirksamkeit treten lassen und nach Belieben verwenden kann; so kann man auch der Muskelsubstanz einen gewissen Nutzeffect zuschreiben, welcher durch den Gebrauch der Muskeln consumirt wird, während der Ruhe derselben sich von Neuem wieder ansammelt, und welcher, wie dort der Masse des angesammelten Wassers, hier der Masse der Muskelsubstanz proportional ist,

Digitized by Google

so dass die doppelte Masse der Muskelsubstanz auch den doppelten Effect erzeugt. Der sonach in der gesammten Muskelmasse aller Skeletmuskeln des Körpers zu dessen Bewegung gegebene Nutzeffect ist planmässig auf die verschiedenen Functionen oder Bewegungen des Mechanismus vertheilt worden, und der auf die Bildung jedes einzelnen Muskels verwendete Antheil derselben ist daher das Maass des Nutzeffectes, welcher von der Natur für die dem Muskel übertragene Bewegung bestimmt worden ist. Wir brauchen also, um das Verhältniss der planmässigen Verwendung des Nutzeffectes der Muskeln zur Bewegung des Körpers zu erfahren, nur die Gewichte der Skeletmuskeln unter einander zu vergleichen. Nach einer solchen Vergleichung sucht man in den Schriften der Anatomen vergebens. Um für dieselbe die nöthigen Data zu gewinnen, habe ich die Gewichtsverhältnisse der Skeletmuskeln an vier Leichnamen gesunder kräftiger Menschen bestimmt. Alle Muskeln wurden einzeln gewogen, nachdem das sie umgebende Fett und Zellgewebe entfernt und die bald längeren, bald kürzeren Flechsen derselben am Anfange wie am Ende des Muskelbauches quer abgeschnitten worden waren. Das im Innern der Muskeln zwischen den Fasern und Bündeln vertheilte Zellgewebe und Fett und die Gefässe und Nerven derselben konnten natürlich nicht entfernt werden. Da diese Theile aber ziemlich gleichförmig verbreitet sind, so können die Gewichte der Muskelbäuche im Groben als den Gewichten der in ihnen enthaltenen Muskelfasern proportional betrachtet werden. Die Tabelle, auf welcher ich die Ergebnisse dieser Messungen übersichtlich zusammengestellt habe, werde ich bei einer anderen Gelegenheit mittheilen.

Da die Gewichte der Muskeln bei grossen und kleinen, starken und schwachen Menschen und unter vielen anderen Verhältnissen sehr verschieden sind und sich selbst bei demselben Menschen in verschiedenen Zeiten sehr ändern, so sind die gewonnenen Gewichtszahlen unmittelbar nur für das jedesmalige Individuum gültig. Um denselben daher eine allgemeinere Anwendbarkeit zu geben, muss man die Gewichte der Muskeln in einem anderen Maasse ausdrücken, statt der absoluten Gewichtseinheit des Grammes eine relative Gewichtseinheit substituiren, welche die Verhältnisse der Muskelgewichte unabhängig von der absoluten Grösse der letzteren wiedergiebt.

Ein solches relatives Maass der Muskelgewichte erhält man, wenn die ganze Muskemasse, welche zur Bewegung des Körpers

Digitized by Google

gegeben ist, als Maass oder Einheit annimmt und fragt, der wievielste Theil derselben auf jeden Muskel oder auf die Bewegungen, denen er vorsteht, verwendet worden ist, was man erfährt, wenn man die durch Wägung erhaltenen absoluten Gewichte der einzelnen Muskeln durch das Gesammtgewicht aller Muskeln dividirt.

Die so erhaltenen Gewichtszahlen der Muskeln sind, die proportionale Vertheilung der Muskelsubstanz vorausgesetzt, auf alle menschlichen Körper anwendbar. Auch die Abänderungen, welche die proportionale Vertheilung der Muskeln durch Geschlecht, Alter, Race, Beschäftigung und bei verschiedenen Thierclassen erfährt, stellen sich bei dieser Bezeichnung der Muskelgewichte unabhängig von dem absoluten Unterschied derselben heraus.

Die Ausführung dieser Methode und ihre Benutzung für die Betrachtung der Muskeln im Einzelnen will ich für eine spätere Mittheilung vorbehalten, und mich hier nur auf ein paar allgemeinere Resultate beschränken, welche man aus den Gewichtstabellen unmittelbar ziehen kann.

Ueber das Verhältniss der Muskelmassen, welche dem Kopfe und Rumpfe, welche den oberen und welche den unteren Bewegungsgliedern zugetheilt sind.

Das Gesammtgewicht aller Skeletmuskeln beträgt im Mittel der 4 Leichname 23637 Gramm. oder ungefähr 47 Pfund (das Pfund zu ½ Kilogr. gerechnet). Fassen wir nun die Muskeln zusammen, welche Kopf und Rumpf und deren Theile gegen einander bewegen, und ebenso die Muskeln, welche zur Bewegung der oberen Gliedmassen, und die, welche zur Bewegung der unteren Gliedmassen und ihrer Theile dienen, so stellt sich folgende Vertheilung obiger Muskelmasse heraus. Von den 23637 Gramm. Muskelsubstanz kommen

auf Kopf und Rumpf	auf die oberen Extremitäten	auf die unteren Extremitäten
3891 Gramm.	6630 Gramm.	13116 Gramm.

Setzt man das Gesammtgewicht aller Muskeln gleich 1000, so entsprechen diesen absoluten Gewichten die relativen Gewichtszahlen

165	280	555.

Digitized by Google

Es sind demnach zur Bewegung des Kopfes und Rumpfes 16 %
zur Bewegung der oberen Extremitäten 28 »
zur Bewegung der unteren Extremitäten 56 »
der ganzen Muskelsubstanz verwendet worden.

Drückt man das Verhältniss obiger Gewichtsgrössen zwar im Groben, aber in den einfachsten Zahlen aus, so verhalten sich

die Muskeln des Kopfes und Rumpfes	zu	den Muskeln der oberen Extremitäten	zu	den Muskeln der unteren Extremitäten
3891	»	6630	»	13116
1	»	2	»	4

Die Hauptmenge der ganzen Muskelmasse ist daher den eigentlichen Bewegungsgliedern und nur ein verhältnissmässig kleiner Theil derselben der Bewegung des Kopfes und Rumpfes gewidmet: den Gliedmassen ist nämlich das 6fache der Muskelsubstanz zugetheilt, welche zur Bewegung des Kopfes und Rumpfes dient. Von den Gliedmassen sind wiederum die unteren, welche zur progressiven Bewegung des ganzen Körpers dienen, mit der doppelten Muskelmasse als die oberen versehen.

Ueber das Verhältniss der Muskelmassen, welche der einen und anderen symmetrischen Hälfte des Körpers zugetheilt worden sind.

Das Muskelsystem des Skelets zeichnet sich bekanntlich durch eine äusserst vollkommen symmetrische Vertheilung der Muskeln auf beide Seitenhälften des Körpers aus. Die Symmetrie im Bau des menschlichen sowohl als anderer thierischer Körper ist nicht die Folge eines allgemeinen Naturgesetzes, wie man sie von naturphilosophischer Seite zu betrachten pflegt, denn wir finden sie nicht vollständig durchgeführt: alle inneren Organe in der Brust und Bauchhöhle sind unsymmetrisch geordnet, selbst unwesentliche Theile, wie den Haarwuchs, finden wir häufig unsymmetrisch, so dass man nicht sagen kann, dass die *Asymmetrie* hier und da durch den Zweck, als einer Abweichung von der Regel, gefordert sei, sondern die *Symmetrie* ist vielmehr, wo sie sich findet, durch den Zweck des Mechanismus gefordert. Es ist die Bewegung und namentlich die progressive Bewegung, welche den symmetrischen Bau nothwendig gemacht hat. So wie in einer stehenden Dampfmaschine alle Theile unsymmetrisch geordnet, bei einem Dampfwagen dagegen alles nothwendig symmetrisch ist, ohne Rücksicht auf Eleganz und Schönheit, so

Digitized by Google

finden wir auch, dass unter den Organismen die Pflanzen und die festgewachsenen Thiere unsymmetrisch gebaut sind, die sich frei bewegenden Thiere dagegen mehr oder weniger symmetrisch gebaut sind. Die Symmetrie in den verschiedenen thierischen Körpern ist um so grösser, je vollkommener der Mechanismus der Bewegung ist, und je mehr sie durch die Art der Bewegung gefordert ist. Sie ist im Allgemeinen am vollkommensten bei den fliegenden, unvollkommener bei den laufenden Thieren; die grössten Abweichungen von der Symmetrie finden sich bei den im Wasser lebenden Thieren: ich erinnere nur an die unsymmetrischen Formen der Schollen, Sepien und anderer Wasserthiere. Es hat dies seinen Grund wohl darin, dass wegen des Einflusses der Schwere Abweichungen in der Symmetrie grössere Störungen im Fluge als bei der Fortbewegung auf dem Boden, und bei dieser wieder grössere Störungen als im Schwimmen verursachen. Ein Vogel, dem man an einem Flügel die Federn etwas stutzt, eine Fliege, der man den einen Flügel ein wenig einschneidet, können nicht mehr fliegen, erhalten aber das Flugvermögen wieder, so wie man die Verletzung symmetrisch auch auf der anderen Seite ausführt. Die Ebene, gegen welche alle Theile symmetrisch gebaut sind, ist die Ebene, in welcher sich die Thiere fortbewegen, die Ebene, welche den Körper senkrecht von vorn nach hinten halbirt. Symmetrisch gegen diese Ebene ist die äussere Figur des Menschen, von welcher der Widerstand der Luft abhängt, der daher auf beiden Seiten gleich sein muss. Symmetrisch gegen diese Ebene sind alle Bewegungsorgane, damit die bewegenden Kräfte auf beiden Seiten gleichmässig wirken, der Hebelapparat des Skelets sowohl als die ihn bewegenden Muskeln. Symmetrisch zu der Bewegungsebene sind auch die Sinnesorgane gestellt, weil sie die Bewegungen leiten sollen.

Bei der ausserordentlichen Vollkommenheit der Symmetrie, welche die Muskeln beider Seitenhälften des Körpers in Formbau und Befestigung zeigen, ist es eine bemerkenswerthe Erscheinung, dass die Massenvertheilung der Muskelsubstanz nicht gleich vollkommen symmetrisch ausgeführt worden ist, sondern dass bekanntlich die eine der beiden Seitenhälften des Körpers, in der Regel die rechte, die stärkere ist. Ob und wie weit die verschiedene Stärke beider Seiten wirklich in einer ungleichen Vertheilung der Muskelsubstanz auf beide Seiten begründet ist, wollen wir jetzt mit Hülfe unserer Muskelwägungen näher unter-

Digitized by Google

suchen. Ich muss aber im Voraus bemerken, dass diese Wägungen nicht mit besonderer Berücksichtigung dieses Zweckes haben angestellt werden können, und dass daher z. B. die symmetrischen Muskeln nicht gleichzeitig auf beiden Seiten dargestellt worden sind, was streng dazu nothwendig gewesen sein würde. Ich hoffe aber, dass die hieraus entspringende Trübung der Resultate grossentheils dadurch wieder ausgeglichen sein soll, dass 4 Reihen von einander unabhängiger Messungen combinirt worden sind. Von mehreren Muskeln der einen und anderen Reihe ist das Gewicht nur auf der einen Seite bestimmt worden, was bei einer so ausgedehnten Arbeit sehr erklärlich ist. Da es bei unserer Vergleichung nicht auf die Bestimmung der absoluten Grösse der Muskelmassen, sondern nur auf das Verhältniss der Mengen derselben auf beiden Seiten ankommt, so sind stets nur die gleichmässig auf beiden Seiten ausgeführten Wägungen benutzt worden. Rechnet man die Gewichtszahlen der Muskeln des Kopfes und Rumpfes, die der oberen und die der unteren Extremitäten auf der rechten sowohl als auf der linken Seite für sich zusammen, so ergeben sich folgende Resultate.

Bei allen 4 Leichnamen war die gesammte Muskelmasse der rechten Seite grösser als die der linken Seite, im mittleren Verhältnisse von allen 4 Leichnamen

$$= 1 : 0{,}9527,$$

die linke Seite also in Summa um 5 Proc. schwächer.

Das Verhältniss der Muskelgewichte auf beiden Seiten ist aber nicht gleich an allen Theilen des Körpers.

Am Kopfe und Rumpfe ist es $= 1 : 0{,}992$
an den unteren Extremitäten $= 1 : 0{,}936$
an den oberen Extremitäten $= 1 : 0{,}929$.

Am Kopfe und Rumpfe beträgt also der Unterschied der Muskelmassen der rechten und linken Seite noch nicht 1 Procent, was noch in das Bereich der Beobachtungsfehler fällt; an den unteren Extremitäten beträgt er ziemlich 6 Procent, an den oberen Extremitäten 7 Procent und ist daher an diesen am beträchtlichsten.

Diese Ungleichheit des Verhältnisses der Muskelmassen beider Seiten an den verschiedenen Abtheilungen des Körpers scheint den Zweck zu haben, dadurch eine Neigung zum vorwiegenden Gebrauche der einen Seite zu erzielen, wodurch der Mensch in Summa eine grössere Geschicklichkeit als bei gleichmässiger Uebung beider Seiten erwirbt. Wie vollkommen dieser

Digitized by Google

Zweck dadurch erreicht wird, sieht man daraus, dass, wo die Natur einmal der linken Seite den Vorzug gegeben hat, beim Kinde alle Ermahnungen nichts fruchten, dasselbe vom vorwiegenden Gebrauche dieser Seite abzuhalten.

Die Verschiedenheit, welche aber in dieser Hinsicht an den verschiedenen Körpertheilen obwaltet, indem der Unterschied am Kopf und Rumpf so gut wie 0, an den oberen Extremitäten aber grösser als an den unteren ist, erklärt sich daraus, dass der oben genannte Zweck hauptsächlich bei den oberen, weniger bei den unteren Extremitäten in Betracht kommt, für den Rumpf aber gänzlich hinwegfällt, und dass umgekehrt der Nachtheil, der aus der ungleichen Vertheilung der Muskeln auf beiden Seiten für die aufrechte Haltung und die progressive Bewegung erwächst, am Rumpfe am grössten ist, weil sie hier zur Entstehung bleibender Verkrümmungen Anlass geben würde, an den unteren Extremitäten schon geringer ist, weil dieser Grund wegfällt und die Ungleichheit der Muskelmassen auf beiden Seiten nur, wenn sie grösser wäre, störend auf die progressive Bewegung einwirken könnte, an den oberen Extremitäten endlich am geringsten ist, weil hier beide genannte Gründe in Wegfall kommen.

Marchand, *über das Auftreten und die Ermittelung des Arseniks im thierischen Körper.*

Durch einen vor Kurzem in Halle stattgefundenen Giftmord, bei welchem Arsenik angewendet worden war, wurde ich veranlasst, eine Anzahl von Versuchen über die Entdeckung dieses Metalls in den Leichen und in Stoffen, welchen das Gift beigemischt worden war, anzustellen.

Der berüchtigte Process Lafarge hat bekanntlich, wenn auch nicht zuerst, doch vorzugsweise die Meinung bei manchen Aerzten und Chemikern erweckt, dass das Arsenik normal im thierischen Körper auftrete. Dieser Irrthum, durch den ersten Toxikologen Frankreichs verbreitet, wurde bald als solcher erkannt, und man war um so weniger geneigt, jener Meinung Glauben zu schenken, als man die Quelle dieses sogenannten normalen Arseniks nicht anzugeben wusste. Eine solche mögliche Quelle fand sich indessen bald, und die Vorstellung von

Digitized by Google

dem normalen Arsenik im thierischen Körper wurde dadurch von Neuem aufgenommen.

Vor längerer Zeit nämlich (1845) hatten bereits Henry und Tripier in einem Mineralwasser von Algerien, in der Quelle von Hamman Mescontine (die bösen Wasser), eine nachweisbare Menge von Arsenik gefunden.

Die Vermuthung, dass dieses Wasser nicht das einzige Beispiel dieses so unerwarteten Vorkommens sein möchte, ward bald darauf durch Walchner in ausgedehntester Weise bestätigt. Derselbe zeigte, dass in dem ockrigen Absatze einer grossen Anzahl von Heilquellen, z. B. Wiesbaden, Arsenik enthalten sei, eine Beobachtung, die sich durch zahllose Versuche mit anderen Quellenabsätzen aus allen Gegenden Europas vollständig bestätigte. Walchner fand auch in mancher Ackerkrume dieses Metall und wies zu gleicher Zeit nach, wie dasselbe aus Schwefelkiesen*) und anderen Eisenerzen offenbar dahin gelangte.

Die Möglichkeit, dass das Arsenik aus dem Boden in die Pflanzen, die zur Nahrung dienen, übergehen könne, war keine abzuleugnende, so dass man wohl die Meinung erneuern durfte, das Arsenik könne doch wohl normal im Körper auftreten, um so mehr, da durch Schafhäutl und Wöhler ein sehr verbreiteter Arsenikgehalt des Roheisens nachgewiesen wurde, das so häufig zu Gegenständen der verschiedenartigsten Benutzung angewendet wird.

Versuche, welche angestellt wurden, um zu prüfen, ob die Pflanzen Arsenik aus dem Boden aufnähmen, zeigten jedoch, dass dies durchaus nicht der Fall sei; so wenigstens waren die Resultate, welche Verver, Herberger, Chatin, Girardin u. A. erhielten; nur Witting sah Arsenik in *Chelidonium majus* und im *Sempervivum tectorum* übergehen, wo er es in den abgestorbenen Pflanzen durch den Marsh'schen Apparat erkannt hatte.

Eben so wenig wie die Pflanzen scheinen die thierischen Organismen geeignet zu sein, das Arsenik aufzunehmen oder

---

*) Breithaupt hat neuerlichst nachgewiesen, dass alle Eisenkiese über Schwerspath und Flussspath Arsenik, ½ — 1%, enthalten.

Dass das Arsenik in der Verdünnung, wie es in den Mineralquellen auftritt, von einiger Wirksamkeit sein sollte, ist übrigens nicht anzunehmen; nach Fr. Kellers Untersuchung gehören nämlich z. B. von Ragoczy 69½ Krüge dazu, um einen Gran arseniger Säure zu liefern.

Digitized by Google

wenigstens es zurückzuhalten. Versuche, welche Knop und Schnedermann angestellt haben, zeigten, dass in den Knochen von Schweinen, die auf der Andreasberger Hütte ¾ Jahr lang gehalten worden waren, nicht eine Spur Arsenik entdeckt werden konnte, und doch riecht man in der ganzen weiten Umgebung der Hütte die Dämpfe arsenikalischer Verbindungen.

Das Mittel, dessen sich Orfila bedient hatte, um zu zeigen, dass das Arsenik im menschlichen Körper normal sei, war der Apparat des jetzt verstorbenen englischen Arztes Marsh. Dieser Apparat wurde seitdem sehr vielfältigen Prüfungen unterworfen, welche endlich zeigten, dass er durch keinen zweckmässigeren ersetzt werden könnte, wenn man die zu prüfenden Substanzen gehörig vorbereite. Diese Vorbereitung beruht namentlich auf der Zerstörung aller organischen Bestandtheile des Körpers. Sind dergleichen noch zurückgehalten, so erhält man sogenannte Fettflecke (Kohleflecke), welche in dem Process Lafarge eine für die französischen Toxikologen nicht schmeichelhafte Berühmtheit erlangten. In der That ist der Marsh'sche Apparat durch die Genauigkeit seiner Resultate ausgezeichnet. Es wird bekanntlich das Arsenik in Arsenikwasserstoff umgewandelt, indem man die zu prüfende Substanz mit reinem Zink, reiner Schwefelsäure und Wasser in einen Gasentbindungs-Apparat bringt. Das Gas wird durch eine glühende Röhre geleitet und dadurch zersetzt; das Metall scheidet sich in Form eines schwarzen glänzenden Spiegels ab und kann nun mit Leichtigkeit als Arsenik erkannt werden.

Man hatte gefunden, dass auch andere Metalle als das Arsenik sich auf diese Weise mit dem Wasserstoff verbänden, und die neugebildeten Wasserstoffmetalle sich gleichfalls durch die Hitze zerlegten. Auf diese Weise würde eine Täuschung leicht eintreten können. Meurer fand namentlich das Wismuth, das Schwefelantimon, Schwefelarsenik auflöslich in dem Wasserstoff; Dupasquier besonders das Eisen. Versuche, welche ich über diesen Gegenstand angestellt habe, zeigten mir, eben so wie es auch Schlossberger und Fresenius fanden, dass diese Beobachtungen auf Irrthum beruhten; entweder war das angewendete Metall arsenikhaltig gewesen, oder, wie es bei dem Eisen der Fall war, es wurde von der Lösung des Eisensalzes durch die aufschäumende Gasentwickelung mechanisch etwas mit fortgeführt und in den glühenden Glasröhren abgesetzt. Leitet man das Gas durch eine hinreichend lange Glas-

Digitized by Google

röhre, welche mit loser Baumwolle oder mit Asbest angefüllt ist, so setzt sich die mechanisch fortgerissene Lösung vollkommen ab und die Täuschung kann nicht stattfinden.

Genaue Untersuchungen haben ergeben, dass sich kein Metall mit dem Wasserstoff verbindet. Die Stoffe: Arsenik, Antimon, Tellur, welche ihres äusseren Anblicks wegen den Namen der Metalle erhalten haben, können, ihrer chemischen Eigenschaften wegen, nicht zu denselben gerechnet werden; sie bilden die Uebergänge von den Metallen zu den nichtmetallischen Stoffen, indem sie sich an das Selen und durch dieses an den Schwefel anschliessen. Die einzigen Täuschungen, welche hervorgerufen werden können, entstehen erstens durch mechanisch fortgerissenes schwefelsaures Zinkoxyd, welches im Wasserstoffstrome zu braunem Schwefelzink reducirt wird, welches man wohl mit Arsenik verwechseln könnte. Ein angemessen langes Rohr, mit Baumwolle oder Asbest gefüllt, und vor diesen dann ein Chlorcalciumrohr macht diesen Zufall unmöglich. Ist durch Unachtsamkeit dennoch etwas übergespritzt, so wird der braune Fleck sehr leicht durch seine Schwerflüchtigkeit und verschiedene chemische Reagenzien von Arsenik unterschieden.

Zweitens kann, was gewöhnlich der Fall sogar ist, das Zink eine kleine Menge von Kohle enthalten. Diese wird beim Auflösen des Metalls in verdünnter Schwefelsäure in Kohlenwasserstoff umgewandelt, welcher in der glühenden Röhre unter Absatz von Kohle zerlegt wird. Diese Kohle wirkt zerlegend auf das glühende Glas ein und färbt dasselbe gelb. Diese Färbung kann im ersten Augenblicke für einen Arsenikbeschlag gehalten werden, indessen zeigt ihre Feuerbeständigkeit, auch bei Zutritt von Luft, dass man es nicht mit Arsenik zu thun hat.

Drittens endlich kann die zu prüfende Mischung Antimon enthalten, welches ähnlich wie Arsenik in Antimonwasserstoff umgewandelt und gleichfalls aus dieser Verbindung in der Glühhitze ausgeschieden wird. Es bildet dann einen dem Arsenik etwas ähnlichen Spiegel. Die Farbe des Antimonspiegels ist indessen so sehr auffallend viel weisser als die des Arsenikspiegels, dass man beide gar nicht verwechseln kann. Das Antimon ist bei Weitem weniger flüchtig als das Arsenik, daher setzt es sich in der glühenden Röhre zu einem kleinen Theile stets vor der Flamme ab, während der grössere Theil nahe hinter der Flamme sich absetzt. Das Arsenik bildet niemals einen Spiegel

Digitized by Google

vor der Flamme, sondern stets *nur hinter* der Flamme. Ferner ist der Arsenikabsatz bei Weitem schwärzer.

Sind beide Metalle gemischt, so kann man sie ganz leicht unterscheiden, und zwar in einer und derselben Röhre. Diese enthält vor der Flamme einen Theil des Antimonbeschlages, dann kommt die leergebliebene, glühend erhaltene Stelle, dahinter der grössere Theil des weissen Antimonbeschlages und ganz dicht an demselben und in ihn übergehend der schwarze Arsenikspiegel; dieser ist durch eine ganz scharfe Grenze an dem Antimonspiegel markirt. Am besten, um beide Metalle zu unterscheiden, ist das Verfahren, welches Cottereau angegeben hat. Dieses besteht darin, dass man Arsenik- oder Antimonflecke auf einer Porzellanplatte erzeugt, das ursprünglich Marsh'sche Verfahren, welches indessen bei Weitem nicht so empfindlich ist. Diese Platte deckt man auf ein Uhrglas, in welchem ein Stückchen Phosphor sich befindet. Nach wenigen Stunden sind die zarteren Arsenikanflüge völlig verschwunden, die dichtesten nach einem Tage. Das Antimon wird auch in den dünnsten Flecken erst nach 5—6 Tagen verschwinden; die dicken Flecke können mehr als 14—20 Tage der Reaction widerstehen. Um ganz sicher zu sein, dass die Flecke Arsenik waren, hält man die Platte einige Zeit über ein Gefäss, in welchem sich Ammoniak befindet, und lässt sich die sauer gewordene Substanz mit den Ammoniakdämpfen sättigen; sodann bringt man eine sehr verdünnte Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd darauf; war der Fleck durch Arsenik erzeugt, so erhält man einen, freilich nur sehr schwachen, braunen Niederschlag von arseniksaurem Silberoxyd. Waren die Flecke auf der Porzellanscheibe aus einem Gemenge von Antimon und Arsenik entstanden, so kann man an dem theilweisen schnellen Verschwinden der oberen Ränder in einer Phosphoratmosphäre (bei Zutritt von Sauerstoff) und der angeführten Reaction den Arsenikgehalt leicht nachweisen, während das Antimon grossentheils unverändert geblieben.

Das Gemenge beider Metallspiegel in einer Glasröhre trennt man durch gelindes Erhitzen in einem sehr schwachen Wasserstoffgasstrom. Schneidet man das Rohr dann zwischen beiden Metallanflügen, deren ersterer das meiste Arsenik und fast gar kein Antimon enthält, durch, so kann man mit Hülfe der bekannten Reagenzien die Gegenwart beider Metalle leicht zur Evidenz erweisen.

Digitized by Google

Die Marsh'sche Methode ist nicht allein als qualitatives Mittel zu benutzen, sie erlaubt auch, das Metall quantitativ mit grosser Genauigkeit nachzuweisen. Lassaigne giebt zwar an, dass das Arsenik etwa nur zu zwei Drittel in dem glühenden Rohre condensirt werden könnte, und Berzelius stimmt im Allgemeinen darin mit ihm überein; indessen lässt sich diesem Verluste leicht, wenigstens fast vollkommen vorbeugen, und die ganze Menge der arsenigen Verbindung fast als metallischer Anflug sich condensiren.

Es ist nämlich nöthig, dass alles Zink, welches sich in dem Apparate mit der arsenikhaltenden Lösung befand, aufgelöst werde, da sonst eine nicht unbeträchtliche Menge auf dem rückständigen Zink metallisch abgesetzt bleibt, das sich erst im Augenblicke der Auflösung des Zinks mit dem entbundenen Wasserstoff vereinigt.

Ferner ist es nothwendig, dass das Gas sich mit hinreichender Langsamkeit entwickele und durch eine genügend lange Stelle der Glasröhre geleitet werde, die glühend erhalten wird.

Beides erreicht man leicht auf die Weise, wie ich den Apparat einzurichten pflege. In eine zweihalsige Flasche, in welcher man das Wasserstoffgas entwickeln will, passt man luftdicht ein kleines, rechtwinklig gebogenes Glasrohr, an welches drei Kugeln geblasen sind, um die fortgerissene Flüssigkeit grösstentheils darin zu condensiren; in die andere Oeffnung bringt man ein möglichst weites Glasrohr luftdicht in einen Kork ein, durch den es sich, mittelst etwas Fett, leicht, doch ohne undicht zu werden, auf und ab bewegen lässt. Am unteren Ende ist das Rohr etwas breiter ausgeblasen, und es ruht auf dieser Scheibe ein Glasring, der etwa 1 Millim. hoch ist. Auf diesen kommt eine Spirale von starkem, reinem, wenigstens schwefel- und arsenikfreiem Zinkblech. *) Man füllt die Flasche zur Hälfte mit verdünnter Schwefelsäure an und wirft einige Stücke Zink hinein, welche Wasserstoff entwickeln, so dass die im Apparate enthaltene Luft verdrängt wird. Das weite Glasrohr wird mit dem Korke aufgesetzt und so weit herabgeschoben, dass es eben in die Flüssigkeit eintaucht, ohne dass das Zink von derselben be-

*) Das schlesische Zinkblech, wie es in dem Walzwerk zu Hegersmühle angewendet wird, habe ich stets so rein gefunden, dass es nichts zu wünschen übrig lässt.

Digitized by Google

rührt wird. An das Entbindungsröhrchen mit den drei Kugeln ist ein Glasrohr mit Baumwolle oder Asbest gefüllt gebracht, dann ein zweites mit Chlorcalciumstücken und endlich das Rohr, welches dazu dient, das Arsenikmetall abzuscheiden und aufzusammeln. Dieses wendet man, wenn es auf die quantitative Abscheidung ankommt, etwa 3 — 4 Millimeter weit an, füllt eine 12 Centimeter lange Strecke mit losem, vorher stark ausgeglühtem Asbest und zieht dies Rohr etwa 30 Centimeter davon in eine feine Spitze aus. Am besten nimmt man die Röhren von böhmischem, schwer schmelzbarem Glase. Die mit Asbest gefüllte Stelle wird mit glühenden Kohlen umgeben oder durch drei Spirituslampen mit doppeltem Luftzuge zum starken Glühen erhitzt. Ist der Gasstrom langsam, so entgeht fast keine Spur der Arsenikverbindung der Zerlegung.

Es kommt daher nun darauf an, den Gasstrom zu reguliren. Dies geschieht dadurch, dass man die Röhre, um welche das Zinkblech gewunden ist, mehr oder weniger tief in die Flüssigkeit der Entbindungsflasche hinabdrückt. Hat man den grössten Theil des zuerst eingebrachten Zinks aufgelöst, und hat sich indessen keine Spur Arsenik in den glühenden Proberöhren abgesetzt, so fügt man durch die oben erwähnte Röhre die arsenikhaltige Flüssigkeit und leitet durch Eintauchen der Zinkspirale die Entwickelung so, dass der Wasserstoff, aus den Proberöhren hervortretend, angezündet eine Flamme bildet, welche nicht die Länge von 1 Millimeter überschreitet. Man erhält dann niemals einen zweiten Arsenikabsatz, wenn man das vordere Ende der Röhre noch einmal zum Glühen erhitzt, noch weniger erhält man auch Porzellanflecke vor der Flamme.

Will man diese erhalten, um etwa eine Prüfung auf Antimon u. s. w. anzustellen, so muss man mit dem Glühen der Röhre einhalten; dann ist aber auch der quantitative Versuch gestört. Ist alles Zink aufgelöst, so bringt man, um den letzten Rest des Inhalts der Entbindungsflasche und der Gasleitungsröhren zu zersetzen, durch die weite Röhre einige dünne Zinkstreifen in die Flasche. Der sich jetzt entwickelnde Wasserstoff verdrängt die letzten Mengen des Arsenikwasserstoffs, und die ganze Quantität desselben wird daher zersetzt. Durch gelindes Erhitzen treibt man in dem sehr schwachen Strom den metallischen Spiegel etwas zusammen und schneidet nach dem Erkalten das Glasröhrenstück, in welchem derselbe sich befindet, heraus, bestimmt so genau als möglich sein Gewicht und vertreibt durch

Digitized by Google

Glühen u. s. w. das Metall daraus. Hierbei kann man hinreichende qualitative Proben machen. Das ausgeglühte gereinigte Stück wird wiederum gewogen; die Differenz giebt die Menge des Arseniks.

In drei Versuchen erhielt ich folgende Resultate:

0,002 Gr. arsenige Säure gaben 0,0012 Gr. Arsenik statt 0,0015 . . . .
0,001 Gr. arsenige Säure gaben 0,0006 Gr. Arsenik statt 0,00075 . . . .
0,003 Gr. arsenige Säure gaben 0,0020 Gr. Arsenik statt 0,0023 . . . .

Diese Differenzen liegen sämmtlich fast in den Grenzen der Wägungsfehler.

Wenn es sonach keine Schwierigkeiten macht, den Arsenikgehalt einer Flüssigkeit, die man in den Marsh'schen Apparat gebracht hat, quantitativ zu ermitteln und die verschiedenartigsten qualitativen Prüfungen anzustellen, so besteht die grössere Schwierigkeit darin, das Metall aus dem thierischen Organismus und aus Speisen u. s. w. auf eine passende Art abzuscheiden und es von den organischen Bestandtheilen vollkommen zu befreien. Hierauf kommt besonders viel an, da sonst Täuschungen gar leicht entstehen können. Die beste Methode ist ohne Zweifel die von Wöhler angegebene, die Substanz, wenn sie nicht in flüssiger oder emulsiver Form auftritt, in Kali zu lösen, diese Lösung (oder sonst die ursprüngliche Flüssigkeit) mit Chlorgas zu zersetzen, die vom organischen Niederschlage abfiltrirte Flüssigkeit mit Schwefelwasserstoff zu sättigen, den Niederschlag mit Salpetersäure zu lösen, die Lösung mit kohlensaurem Natron zu sättigen, das Salz zu schmelzen, um alle Reste der organischen Substanz zu zerstören, die geschmolzene Masse mit überschüssiger Schwefelsäure zu zerlegen und das saure schwefelsaure Natron in den Marsh'schen Apparat zu bringen. Diese Methode ist deshalb vorzüglich anwendbar, weil sie alle übrigen giftigen Metalle, die in Betracht kommen können, mit aufzufinden erlaubt. Durch eine von Boissenot vorgeschlagene Methode, das Chlor mittelst Chlorwasserstoffsäure, die durch einen Tropfapparat zu Chlorkalk geleitet wird, in beliebig starkem Strom zu entwickeln, wird das Verfahren bedeutend erleichtert.

Ich habe versucht, eine wie grosse Menge von Arsenik man wieder aufzufinden im Stande ist, wenn man denselben gewissen Mengen organischer Stoffe hinzufügt, und habe gefunden, dass

Digitized by Google

nach dem oben angegebenen Verfahren 3 Milligr. arsenige Säure, einer Hammelleber von 665 Gr. Gewicht hinzugefügt, in der Röhre 1,3 Milligr. Arsenik absetzte; es war also 1 Milligr. Arsenikmetall verloren gegangen.

500 Gr. Blut eines Cholerakranken wurden mit 2 Milligr. arseniger Säure versetzt; es wurde wiedergefunden 1 Milligr. Arsenik; ½ Milligr. war verloren gegangen. Hat man den Chlorstrom hinreichend lange einwirken lassen, so ist nicht zu befürchten, dass etwas von den metallischen Beimengungen in dem unlöslichen Niederschlage zurückgehalten wird.

Rolffs hat zwar angegeben, dass aus Mehl und Milch durch die Einwirkung des Chlors das Arsenik nicht oder nur sehr unvollkommen in Lösung übergehe, jedoch fand ich in beiden Fällen bei hinreichend starker und anhaltender Einwirkung des Chlors die ganze Menge des hinzugefügten Arseniks in der Auflösung. Als der dabei erhaltene chlorhaltige Niederschlag der organischen Verbindung nochmals in Kali gelöst und nochmals mit Chlor behandelt wurde, so gab diese Flüssigkeit kaum wahrnehmbare Spuren von Arsenik zu erkennen. Dasselbe fand mit dem aus einer mit Arsenik vermischten Leber statt, und endlich mit dem Niederschlage, welcher durch die Fällung von 1000 Gr. Blut, dem 20 Milligr. arsenige Säure beigemischt gewesen waren, durch Chlorgas entstanden war. In dem letzteren war mittelst des wiederholten Verfahrens noch nicht 1 Milligr. metallisches Arsenik nachzuweisen.

Die Leichtigkeit und Sicherheit, mit welcher das Arsenik in den verschiedensten Vorkommnissen entdeckt werden kann, hat einen so hohen Grad der Vollkommenheit erreicht, dass es nicht mehr die Sorge des Chemikers ist, dass ihm die Anwesenheit des Stoffes entgehe, sondern, wie Wöhler bemerkt, dass er nicht dieselbe selbst durch unreine Reagenzien herbeiführe. Die allersorgfältigste Prüfung derselben, die Anwendung durchaus neuer, bisher nicht gebrauchter chemischer Geräthschaften, die scrupulöse Reinlichkeit bei der Säuberung des Locals, in welchem die Untersuchung angestellt wird, sichert den Chemiker vor der Beunruhigung, vielleicht einen schweren und folgenreichen Irrthum verschuldet zu haben.

Bei der Untersuchung eines mit Arsenik vergifteten Menschen oder Thieres findet man, dass das Gift sich den verschiedenen Organen in der verschiedenartigsten Menge mittheilt, namentlich wenn die Vergiftung eine ziemliche Zeit vor dem Tode bereits

Digitized by Google

stattgefunden hat. Ehe das Arsenik durch Urin und Fäces ausgeschieden ist, hat es sich dem Blute mitgetheilt und aus diesem den übrigen Organen und Secreten.

Chatin fand deutliche Spuren von Arsenik in der Flüssigkeit eines Vesicatoriums bei einer Frau, welche dieses Gift genommen und die Ursache ihres Leidens verheimlicht hatte. Bei der Untersuchung einer durch Arsenik vergifteten, im vierten Monat schwangeren Frau fand man in der Placenta und dem Embryo Arsenik; in letzterem weniger; in der Amniosflüssigkeit nichts dagegen.

Sehr sonderbar ist die Verschiedenartigkeit, mit welcher das Arsenik die verschiedenen Organe afficirt und in ihnen zurückgehalten wird. In dem oben erwähnten Vergiftungsfalle fand ich in dem Gewebe des Darmkanals keine Spur von Arsenik; in dem des Magens ganz geringe Spuren; in dem Inhalte des Magens etwas bedeutendere und in der Leber sehr grosse Mengen! Die Leber concentrirt dies Gift in grösster Masse, so dass man, wenn man es in der Leiche, auch unter den ungünstigsten Umständen, zu suchen hat, dort am sichersten noch antreffen wird.

Eine ähnliche Erfahrung machten bereits früher Hertwig und Erdmann in Berlin, bei ihren «*Untersuchungen über den Uebergang und das Verweilen des Arseniks in dem Thierkörper*», dass nämlich die grösste Menge des Gifts auch noch nach langer Zeit in der Leber anzutreffen sei.

Eine ganz ähnliche Beobachtung machte Morin in Betreff des Antimons, welches er in den Lebern der Elsasser Gänse, die mit Schwefelantimon, behufs des Fettmachens der Lebern, gefüttert werden, in Menge antraf*). Die Concentration bezieht sich nicht allein auf die Leber, die Milz wird gleichfalls, wie auch die Nieren, wenn gleich diese in geringerem Maasse, von dem Arsenik afficirt und dies in ihnen concentrirt.

Ich habe einen Hammel mit grossen Dosen Arsenik vergiftet, welche ihn in 36 Stunden tödteten. Das Blut, der Darm, das Fleisch, auch das Gehirn enthielten das Metall; die Leber, die Galle, die Milz und die Nieren verhältnissmässig viel bedeutendere Mengen, und unter diesen die Leber bereits nach dieser kurzen Zeit die grösste Masse.

*) Diese fettmachende Eigenschaft des Schwefelantimons soll bereits Basilius Valentinus gekannt und den mageren Erfurter Benedictinern angerathen haben, die jedoch das Mittel im Uebermaass angewendet und dadurch getödtet worden sein sollen.

Digitized by Google

Die Leber scheint überhaupt ein Apparat zu sein, in welchem die fremden, dem Blute beigemischten Stoffe sich vorzugsweise concentriren, daher man öfter einen Kupfergehalt wenigstens in Gallensteinen angetroffen. Bertozzi hat vorzugsweise auf dieses Auftreten des Kupfers aufmerksam gemacht; Heller hat die Beobachtung wiederholt; wogegen weder Hein noch ich bei einer grossen Menge von Steinen eine Spur von diesem Metalle antreffen konnte. Möglich, dass der zufällige häufigere Gebrauch von kupfernen oder kupferhaltenden Geräthen in Haus und Küche dieses Vorkommen hin und wieder bedingt. Das Kupfer ist sicher nicht als ein normaler Bestandtheil des menschlichen Organismus zu betrachten. Meissner und Sarzeau haben Spuren davon im menschlichen Blute gefunden, und später ist diese Beobachtung namentlich von Millon wiederholt und auf Mangan und Blei ausgedehnt worden. Den Kupfergehalt hat Deschamps bestätigt, wogegen Melsens mit aller Sorgfalt Versuche anstellte, die stets das Gegentheil ergaben.

Ich habe in dieser Beziehung eine Anzahl von Versuchen angestellt, welche mich zu der Ueberzeugung führten, dass, wenn Kupfer oder Blei in dem menschlichen Organismus enthalten sei, dies nur auf einem ganz zufälligen Umstande beruhe. Zweimal habe ich je tausend Gramm. Menschenblut, durch Chlor zersetzt, nach der Methode, die Millon zuerst befolgte, untersucht und weder das Mangan noch Blei oder Kupfer angetroffen. In Ochsenblut suchte ich diese Metalle gleichfalls vergeblich; endlich fand ich diese Metalle in keinem Organ von drei menschlichen Leichen, welche ich einer gerichtlich-chemischen Untersuchung zu unterwerfen hatte; die grösste Sorgfalt, welche hier angewendet wurde, führte nur zu dem Resultate, die Abwesenheit einer jeden Spur dieser Metalle leugnen zu müssen. Freilich müssen bei dergleichen Untersuchungen die Reagenzien, und namentlich das Wasser, der sorgfältigsten Prüfung unterworfen werden, damit nicht aus diesen jene fremden Stoffe eindringen.

Eine leider sehr verbreitete Quelle der Arsenikvergiftungen, die um so mehr zu fürchten sind, da sie ganz unbemerkt einwirken, ist die Anwendung von grünen arsenikhaltigen Maler- und Tapetenfarben. Das prächtige Ansehn, welches diese Farben gewähren, haben ihnen eine weite Verbreitung verschafft, ohne dass man lange Zeit geahnt hat, wie gefahrvoll ihre Benutzung ist. Sie wirken besonders bei alten, nicht glasirten Tapeten dadurch, dass der Staub von der verwitterten Leimfarbe

Digitized by Google

sich loslöst und das ganze Zimmer damit anfüllt, oder dass, namentlich in neugebauten Häusern, der Kleister auf die Farbe der Tapeten bei seiner Fäulniss einwirkt und dadurch eine nicht näher bestimmbare arsenikhaltige Gasart entwickelt. Die Opfer dieser Zufälle sind häufiger, als man irgend denkt, und es ist ohne Zweifel einer Gesellschaft der Wissenschaften nicht unwürdig, ihre Aufmerksamkeit darauf zu richten, eine so unheilvolle Gewohnheit, wie die Benutzung jener glänzenden Gifte, unterdrücken zu helfen*).

*) Es ist sehr eigenthümlich, dass in Hütten, in denen Arsenikdämpfe in Menge sich entwickeln, chronische Metallvergiftungen so sehr selten eintreten, die dagegen bei der Bleiarbeit so ausserordentlich häufig und von den traurigsten Ausgängen sind.

Digitized by Google

14. NOVEMBER 1849. OEFFENTLICHE SITZUNG ZUR FEIER VON LEIBNITZENS TODESTAGE.

G. Th. Fechner, *über das Causalgesetz.*

Wir feiern heute abermals das Gedächtniss eines Mannes, der wohl wie keiner gewohnt und befähigt war, allgemein philosophische Interessen mit den Interessen exacter Forschung in Verbindung zu setzen und neue Wege für die Befriedigung beider zu eröffnen. Dies mag es rechtfertigen oder entschuldigen, wenn ich heute und an diesem Orte einen Gegenstand zu behandeln mir erlaube, der, eben im Sinne jenes gemeinschaftlichen Interesses, über den speciellen Kreis der Forschungen, welchen sich unsere Gesellschaft gesetzt hat, freilich von einer Seite hinausgreift. Es ist die Frage nach einem obersten Gesetz des Geschehens im Gebiete der Natur und des Geistes und hiermit einem obersten Regulator unserer Schlüsse im Gebiete der gesammten Erfahrung, die ich hier zu behandeln unternehme; eine Frage, die ihrem allgemeinen Gesichtspunkte nach in der That rein philosophischer Natur ist, aber zugleich die Interessen des exacten Forschers in tiefeingreifendster Weise berührt, da dem, der überall erfahrungsmässige Gesetze sucht, einerseits die Frage nach einem obersten allgemeinsten sich leicht von selbst aufdringt, andererseits vielseitig und oft vorwurfsvoll die Frage aufgedrungen wird, ob er nicht in einer Alles, was geschieht und geschehen kann, zugleich umfassenden und bindenden Gesetzlichkeit zu viel sucht, mehr, als was er suchen sollte und finden kann. Dies bringt von selbst die Freiheitsfrage ins Spiel. Fürchten Sie aber nicht, dass ich die ganzen Weitläufigkeiten und Schwierigkeiten dieses so oft besprochenen und nie erledigten Gegenstandes hier von Neuem vor Ihnen entwickeln werde. Statt

Digitized by Google

solche in den Gang der exacten Forschungen einführen zu wollen, ist es vielmehr ein Versuch, sie daraus zu eliminiren, mit dem ich wage, hier aufzutreten.

Unter Beschränkung der folgenden Betrachtungen auf die Gesetze, nach denen etwas wirklich geschieht, als welche nicht immer mit denen übereinkommen, nach denen etwas geschehen soll, lassen sich gar mancherlei Gesetze sowohl im Bereiche des materiellen als geistigen Geschehens unterscheiden; in jenem z. B. das der Gravitation, der magnetischen, elektrischen, chemischen Anziehung, des Beharrens, der Coexistenz kleiner Schwingungen u. s. w.; in diesem das der Association, der Gewöhnung, der Verknüpfung von Lust und Trieb u. s. w. Viele besondere Gesetze können sich einem allgemeineren unterordnen; so alle besonderen Anziehungsgesetze dem allgemeineren, dass die Massen sich in der sie verbindenden geraden Linie nach einander hin zu bewegen streben, und alle Anziehungs- und alle Abstossungsgesetze zugleich dem allgemeineren Gesetze der Wechselwirkung, dass die Massen in der Richtung ihrer Verbindungslinie überhaupt mit gleichen Bewegungsquantitäten ihren Abstand zu ändern streben. Die Gesetze der Association, der Gewöhnung u. s. w. im geistigen Gebiete sind selbst schon allgemeine Gesetze, denen sich besondere Gesetze für besondere Verhältnisse unterordnen, und ihrerseits noch allgemeineren Gesetzen geistigen Geschehens unterzuordnen.

Leicht erhellt, dass die Verschiedenheit der Gesetze des Geschehens eben so mit der Verschiedenheit der Umstände, für die sie gelten, als mit der Verschiedenheit der Erfolge, die durch sie bestimmt werden, zusammenhängt. Das Gravitationsgesetz ist verschieden von dem Cohäsionsgesetz, so fern jenes sich auf merkliche Entfernungen der Theilchen, dieses auf Berührungsnähe bezieht; das sind verschiedene Umstände, mit denen auch ein verschiedener Erfolg zusammenhängt; und das verschiedene Gesetz bestimmt eben den nach den verschiedenen Umständen verschiedenen Erfolg oder die Beziehung zwischen beiden. Entsprechend mit den Gesetzen im Geistigen. Allgemeinere Gesetze des Geschehens sind daher nicht nur solche, welche formell einen grösseren Kreis von Gesetzen, sondern auch, weil dies damit zusammenhängt, solche, welche real einen grösserenKreis von Umständen und Erfolgen unter sich begreifen, zwischen denen sie die Beziehung festsetzen; und die Frage, ob es ein allgemeinstes Gesetz des Geschehens giebt, würde also hiermit von

Digitized by Google

selbst zugleich die sein: giebt es ein Gesetz, welches alle möglichen Gesetze, und welches alle möglichen Umstände und alle möglichen Erfolge, welche im Gebiete des Geschehens vorkommen können, unter sich befasst?

Werfen wir jetzt diese Frage auf.

Jedenfalls lässt sich ein solches Gesetz denken, und zwar ein solches, welches das materielle und das geistige Geschehen zugleich umfasst; ja es lässt sich eben nur eins als das allgemeinstmögliche Gesetz denken, und zwar dieses:

Dass überall und zu allen Zeiten, in so weit dieselben Umstände wiederkehren, auch derselbe Erfolg wiederkehrt; so weit nicht dieselben Umstände wiederkehren, auch nicht derselbe Erfolg wiederkehrt.

Es ist dies nämlich der sich von selbst verstehende Begriff eines formal und real allgemeinsten Gesetzes für das Geschehen. Denn wenn irgendwo und irgendwann einmal etwas unter denselben Umständen anders erfolgen könnte, als das andere Mal, so träte eben dieser Fall aus der allgemeinen Gesetzlichkeit, welche verlangt wird, heraus, und sie bestände nicht wirklich als solche. Wenn aber dieselbe Folge auch einmal andere Gründe als das andere Mal haben könnte, so bestände innerhalb dieser Möglichkeit Gesetzlosigkeit in umgekehrter Richtung, man könnte durch kein Gesetz mehr bestimmen, welcher der verschiedenen möglichen Gründe zu der gegebenen Folge stattfände.

Um keinen Zweifel über die Bedeutung der Ausdrücke zu lassen, verstehe ich ein- für allemal unter Umständen alle irgendwie angebbaren Bestimmungen der materiellen oder geistigen Existenz in Raum und Zeit; nur der absolute Ort im Raum und Zeitpunkt in der Zeit kann nicht als ein Umstand, eine Bestimmung der Existenz angesehen werden, da er seine Bestimmtheit erst durch das darin Existirende erhält. Der Gebrauch des Wortes Umstand erscheint in so fern zweckmässig, als in unserem Gesetze die Natur jedes Geschehens mit der Natur Dessen, wovon es in Zeit und Raum umstanden wird, in Beziehung gesetzt wird. In so fern Umstände einen Erfolg im Sinne unseres Gesetzes mitführen, nennen wir sie Gründe des Erfolgs.

Durch seine unbeschränkte Allgemeinheit und begriffliche Selbstverständlichkeit zeigt sich unser Gesetz jedenfalls vorzüglich geeignet, eine principielle Bedeutung anzunehmen.

Zwar liesse sich auch von einem allgemeinsten Gesetze der Art sprechen, welches zwar alles Geschehen umfasste, aber

Digitized by Google

nicht nach allen Beziehungen umfasste, indem es innerhalb seiner allgemeinen Bestimmtheit doch noch die Wahl zwischen verschiedenen Möglichkeiten der Erfolge und Gründe frei liesse. Indess würde ein solches Gesetz eben deshalb weniger allgemein und durchgreifend sein, als das vorige, so fern dem Griffe seiner Allgemeinheit das Besondere mehr oder weniger als gesetzlich unbestimmt entginge. Wenn sich nun doch Manche im Freiheitsinteresse genöthigt halten, eine derartige Unbestimmtheit des obersten Gesetzes wie der untergeordneten mindestens in gewissem Gebiete zu statuiren, so wird es dagegen selbst eine Aufgabe des Folgenden sein, zu zeigen, dass die vollständigste Bestimmtheit im Sinne unseres allgemeinen Gesetzes ganz ohne Eintrag für unser Freiheitsinteresse bestehen kann, indem die in diesem Interesse etwa zu fordernde Unbestimmtheit an einer anderen Stelle oder von einer anderen Seite des Gesetzes nur um so mächtiger hervorbricht.

Man könnte den Einwand erheben, unser Gesetz sei von vorn herein illusorisch, da für jedes Geschehen doch eigentlich die Totalität der Umstände in Zeit und Raum als bedingend in Betracht komme, mithin von einer Wiederholung derselben in Zeit und Raum als Gründen des Geschehens nicht die Rede sein könne. Dann könnte aber überhaupt von keinem Gesetze des Geschehens die Rede sein, da ein solches Wiederholung der Fälle und ihrer Umstände voraussetzt. Gesetz ist nur, was wiederholte Anwendung zulässt. Bei jedem Gesetze des Geschehens müssen wir daher die Möglichkeit supponiren, von in Raum und Zeit ferner liegenden Gründen zu Gunsten der näheren oder um so mehr zu abstrahiren, je ferner sie liegen. Ob diese Supposition real zulässig, fällt mit der erfahrungsmässigen Bewährung unseres Gesetzes selbst, auf die wir gleich zu sprechen kommen, zusammen, da nur mit Bezug auf diese Voraussetzung die Bewährung möglich ist und einen Sinn haben kann. Im Fall ihrer Triftigkeit aber lässt sich dann unter Anleitung unseres Gesetzes selbst auch der reine Erfolg für isolirt gedachte Umstände finden. Wir können zwei Weltkörper nicht wirklich von der Wirkung der übrigen Weltkörper abschneiden, aber finden, wie sie sich wirklich ohne diese Mitwirkung gegen einander benehmen würden, indem wir zusehen, was erfolgt, je mehr sie sich von einander entfernen.

Die blosse Denkbarkeit unseres Gesetzes schliesst aber noch nicht seine Realität oder wirkliche Gültigkeit ein, so lange auch das Gegentheil denkbar. Und in der That hindert an sich nichts

Digitized by Google

zu denken, dass zu verschiedenen Zeiten oder an verschiedenen Orten dieselben Umstände auch einen verschiedenen Erfolg mit sich führten, derselbe Erfolg auch von verschiedenen Umständen abhängen könnte; dass z. B. zwei Weltkörper von bestimmt gegebener Masse und Entfernung sich heute so und morgen so anzögen, oder hier anzögen, an einer anderen Stelle des Himmels abstiessen; dass zwei Menschen oder derselbe Mensch unter ganz denselben äusseren und inneren Verhältnissen doch verschieden handeln könnte. Da nun die Denkbarkeit weder hier noch dort für die Realität entscheidet, gilt es, in der Erfahrung nachzusehen.

Nun ist zuzugestehen, dass ganz reine Erfahrungen sich nicht machen lassen, weil nach aller Beziehung genau weder dieselben Umstände noch Erfolge in irgendwelchem grösseren oder kleineren räumlichen oder zeitlichen Umkreise wiederkehren; aber sie kehren vielfach angenähert wieder, und in der grössten Verschiedenheit der Umstände lassen sich doch immer übereinstimmende Gesichtspunkte auffinden, wozu sich auch das Uebereinstimmende in den Folgen aufsuchen lässt. Und so kann man sagen, dass, so weit die Erfahrungen zu schliessen gestatten, wir jenes allgemeine Gesetz nur bestätigt finden können. So äussert sich im Gebiet des Körperlichen, so weit wir beobachten können, das Gravitationsgesetz unter denselben Umständen immer in derselben Weise hier und in Millionen Meilen von hier, jetzt, wie in aller Zeit, von der Beobachtungen in die unsere reichen. Eben so mit jedem anderen Naturgesetze. Zwar mag es scheinen, dass, wenn auch dieselben Gründe immer dieselben Erfolge nachziehen, doch derselbe Erfolg von verschiedenerlei Gründen abhängen kann. Eine Saite kann z. B. denselben Ton geben, mag sie gestrichen, geschlagen, gezupft, überhaupt auf die verschiedenste Weise in Schwingung versetzt sein; allein stets werden wir dann finden, einmal, dass diese verschiedenen Gründe doch etwas Gemeinschaftliches haben, was das Gemeinschaftliche im Erfolge bedingt; zweitens, dass wir die von der Verschiedenheit der Gründe abhängige verschiedene Seite der Erfolge nur vernachlässigen. Wie denn in unserem Falle das denselben Ton mitführende Gemeinschaftliche die Schwingung einer immer in derselben Weise gespannten Saite ist, das Verschiedene im Erfolge aber, was wir vernachlässigen, darin liegt, dass eine gestrichene und eine gezupfte Saite ihre Schwingung doch in sehr verschiedener Weise ausführen und die Luft

Digitized by Google

in verschiedener Weise anstossen. Um nicht weitläufig zu werden, berücksichtigen wir diese zweite Seite des Gesetzes überhaupt künftig nur auf besondere Veranlassung, da sich die Betrachtungen, die für die erste Seite gelten, immer leicht darauf ausdehnen oder übertragen lassen und entsprechende Thatsachen dafür zu Gebote stehen.

Unser allgemeinstes Gesetz fasst Organisches und Unorganisches in gleicher Weise und Weite, ein Umstand, der wohl beitragen kann, seinem Ausspruch zugleich Sicherheit und Wichtigkeit zu verleihen, da sich hiermit der eben so verwirrende als verwirrte Streit, in wie fern die Gesetze des Unorganischen auf das Organische übertragbar sind, das Organische nach den Gesetzen des Unorganischen betrachtet werden dürfe, auf die einfachste Weise klärt und, wenn nicht für die Bedürfnisse des Philosophen, doch des exacten Forschers, der ein leitendes Princip für seine Untersuchungen verlangt, erledigt. Es ist in der That nur ein besonderer, obwohl sehr allgemeiner Fall unseres allgemeinsten Gesetzes, den ich in dem Satze ausspreche, dass, in so weit im Organischen dieselben Umstände wiederkehren, als im Unorganischen, auch dieselben Erfolge wiederkehren, in so weit nicht dieselben Umstände, auch nicht dieselben Erfolge. Die Erfahrung aber bestätigt diesen Satz, so weit sie immer vorliegt, und hiermit zugleich unser Gesetz selbst durch einen seiner allgemeinsten Fälle.

So wirkt das Auge optisch nach den Gesetzen der *camera obscura*, weil und so weit die Umstände seiner Einrichtung die einer *camera obscura* sind; das Stimmorgan giebt Töne nach den Gesetzen der Blasinstrumente und schwingenden Bänder, weil und so weit die Umstände seiner Einrichtung dieselben sind; das Herz wirkt wie ein Druckwerk, weil und in so weit es als solches eingerichtet ist; die Gliedmassen wirken wie Hebel und Pendel, weil und in so weit sie als solche eingerichtet sind, und so in allen Fällen. Dagegen erzeugt der organische Leib Stoffe, die in keiner Retorte und keinem Tiegel erzeugt werden können, weil der Leib ganz anders eingerichtet ist, als diese; im Nervensystem gehen Vorgänge von Statten, wie sie sonst nirgends vorgehen, weil sonst nirgends äquivalente Einrichtungen da sind. Nun lässt sich streiten, ob solche Unterschiede der Einrichtung in einem Wesenunterschiede des Organischen und Unorganischen begründet liegen, oder auf welche letzten Gründe sie selbst zurückführbar sind. Aber der exacte Forscher, wie sehr ihn auch

Digitized by Google

dieser Streit im philosophischen Interesse kümmern mag, kann doch an der Hand unseres Gesetzes der Rücksichtsnahme auf diesen Streit im Gange seiner Forschung selbst völlig entbehren. Er darf jedenfalls das Organische nach den im Unorganischen gültig gefundenen Regeln betrachten und behandeln, so weit er entsprechende, oder nach Regeln, die sich im Sinne unseres Gesetzes bewähren, darauf zurückführbare Umstände darin wiederfindet, wie die angeführten Beispiele selbst beweisen; er muss für neue, nicht so darauf reducirbare Umstände eben so gut neue Regeln suchen, als wenn ihm neue, auf Früheres nicht zurückführbare Umstände im Unorganischen selbst begegnen, und muss dann ferner suchen, die neuen Regeln mit den alten so viel möglich unter allgemeinere Regeln zu vereinigen; nicht anders, als er schon im Gebiete des Unorganischen für sich zu thun gewohnt gewesen.

Die Unterscheidung des Organischen von dem Unorganischen, die Ueberhebung, wenn man will, des ersteren über das letztere, bedeutet sonach nichts mehr vor der Instanz unseres allgemeinsten Gesetzes, das selbst noch über diese Unterscheidung hinweggreift und sich über diese Ueberhebung erhebt. Der Charakter des Organischen kann besondere Erfolge nur nach Maassgabe bedingen, als er auch besondere Umstände oder Mittel mitführt, sie zu bedingen; und das thut er freilich vielfach und liegt selbst in seinem Begriffe. Aber nicht in jeder Beziehung thut er es, und so weit es nicht der Fall, kann er auch keine neuen Erfolge gegen das Unorganische bedingen. Aber die andere Seite der Sache ist eben so gewiss; in so weit es der Fall, muss er auch neue Folgen bedingen; und die Erforschung der neuen Gesetze für diese neuen Umstände wird also hiermit nicht abgeschnitten, sondern gefordert. Es gilt nur, diese neuen Gesetze auch wirklich wieder mit den neuen Umständen in Beziehung zu setzen, nicht, wie so häufig, durch den allgemeinen Begriff des Organischen die Frage nach dieser Beziehung überhaupt für beseitigt zu halten.

Man versucht vielleicht, dem Naturforscher dies leitende Princip durch folgenden Einwand zu verkümmern: es lasse sich zwischen Organischem und Unorganischem wohl die Gleichheit der materiellen Umstände beobachten; aber im Organischen wirke auch ein ideelles Princip, nenne man es nun Seele, Lebensprincip, Zweckprincip, mit, das nicht in die Beobachtung des Naturforschers falle und doch die Erfolge mit bestheilige; die Um-

Digitized by Google

stände könnten also im Organischen und Unorganischen wohl äusserlich gleich scheinen, aber in Rücksicht auf den zutretenden ideellen Factor nicht wirklich gleich sein. Hiermit werde die Uebertragung von Regeln aus dem Unorganischen ins Organische nach beobachteter scheinbarer Gleichheit der Umstände in jedem Falle unstatthaft. Aber Erfahrungen der obgenannten Art zeigen doch jedenfalls, dass, wie es sich auch mit dem Unterschiede des Ideellen zwischen beiden Gebieten verhalte, so weit nur die materiellen Umstände in beiden dieselben sind, auch die materiellen Erfolge dieselben in beiden bleiben, so dass jener vorausgesetzliche Unterschied des Ideellen zwischen beiden Gebieten die Schlüsse in nichts ändern kann, die in Betreff materieller Erfolge aus der Gleichheit oder Ungleichheit der materiellen Umstände gezogen werden können. Der Grund, dass dies sich so verhält, kann eine verschiedene philosophische Deutung finden. Man kann z. B. die Ansicht aufstellen, dass, in so weit die materiellen Umstände in beiden Gebieten coincidiren, auch die ideellen es thun, da man ja doch eine allgemeine Beziehung der ganzen, das Organische und Unorganische zusammen einschliessenden Natur zu Ideen und dem göttlichen Geist anerkennt; dass man aber, in so weit es sich um blosse Verfolgung der materiellen Erfolge handle, im organischen und unorganischen Gebiete in gleicher Weise von dem ideellen Factor abstrahiren könne, der dafür in Betreff der ideellen Erfolge in beiden in Betracht zu ziehen. So nimmt man wirklich überall nicht darauf Rücksicht, dass ein Gott in der Natur waltet, wenn es sich nur um naturwissenschaftliche Verfolgung der materiellen Seite der Natur handelt, ungeachtet man doch sein Dasein so wenig wird leugnen wollen, als das Dasein der Seele in unserem Leibe, während man freilich nicht eben so von Gott und unserer Seele abstrahiren könnte, wenn es sich um Verfolgung der ideellen Seite der Existenz handelt. Dies heisst noch nicht, das Geistige bezugslos zum Materiellen setzen, sondern das Materielle als äusseren Ausdruck des Geistigen einer anderen Betrachtungsweise aufheben. Man mag bezweifeln, ob diese Ansicht genügend oder vollständig durchführbar sei, es würde grosser Zurüstung bedürfen und nicht hieher gehören, sie gegen alle Einwürfe rechtfertigen zu wollen, man mag eine beliebige andere Ansicht dagegen setzen; aber den exacten Forscher der Natur hat dieser Streit nicht zu kümmern, so weit es ihm bloss um den sicheren Gang seiner Forschung zu thun ist; das Factum bleibt für ihn immer bestehend und stellt ihm seinen

Digitized by Google

Gesichtspunkt: so weit im Organischen die materiellen Umstände dieselben oder nicht dieselben sind, als im Unorganischen, sind auch die materiellen Erfolge dieselben oder nicht dieselben und Regeln aus dem einen Gebiete in das andere übertragbar oder nicht übertragbar. Hätte man diesen einfachen Gesichtspunkt immer einfach festgehalten, so würde man wohl manchen unnützen Streit an Orten erspart haben, wohin er nicht gehört, und über Gegenstände, die er nicht berühren sollte.

Das geistige Gebiet anlangend, was jedoch nie ohne materielle oder leibliche Mitgabe existirt, die daher auch immer Mitrücksicht erfordert, so finden wir auch hier, dass nach Maassgabe als die Menschen sich in der Art ihrer vorhandenen geistigen Constitution mehr gleichen und ähnlichen sonstigen Umständen unterliegen, auch ihr Benehmen ähnlicher wird, so dass wenigstens in der Erfahrung kein Grund liegt, zu zweifeln, dass zwei innerlich, geistig und leiblich, ganz gleich constituirte Menschen unter ganz gleichen äusseren Anlässen sich auch immer ganz gleich benehmen würden. Was gewisse Freiheitstheorien gegen diesen in gewisser Weise doch selbstverständlich erscheinenden Satz einzuwenden finden könnten, berührt uns hier noch nicht, wo wir erst auf den erfahrungsmässigen Gesichtspunkt achten. Dagegen wendet man vielleicht ein, dass er müssig sei, weil eine absolute Gleichheit aller inneren und äusseren Umstände für zwei Menschen doch überhaupt nicht vorkommt und unstreitig der Natur der Sache nach nicht vorkommen kann; Gleichheit findet immer nur nach gewissen Beziehungen statt. Aber da es grössere oder geringere Annäherungen an diesen Fall giebt, so ist immerhin nöthig, ihn als idealen Grenzfall vor Augen zu stellen; und dass er sich nie vollständig verwirklicht, wird selbst die Basis weiterer Betrachtungen werden, wodurch wir dem Interesse indeterministischer Freiheit nicht trotz unseres Gesetzes, sondern vermöge desselben zu genügen versuchen.

Was die Beispiele anlangt, durch welche man die Annahme einer nur halb durchgreifenden Gesetzlichkeit im Gebiete des Geschehens zu rechtfertigen sucht, um dem Freiheitsinteresse vielmehr auf Kosten unseres Gesetzes zu genügen, so können sie näher betrachtet diesem Zwecke nur schlecht dienen. Die bürgerlichen oder Staatsgesetze z. B. umschreiben das Handeln freilich nur in allgemeiner Weise und lassen doch noch innerhalb dieser allgemeinen Bestimmtheit eine Menge Möglichkeiten des Handelns frei, die sie nicht bestimmen, zwischen denen sie nicht

Digitized by Google

entscheiden. Eben so, sagt man, könnte es mit den Gesetzen des Geschehens überhaupt sein. Aber in der That kann es nicht eben so damit sein, weil jene Gesetze des Handelns nur einen kleinen Theil der Gesetze, nach welchen etwas geschieht und geschehen soll, bilden; das Handeln wird doch nicht bloss von bürgerlichen Gesetzen bestimmt, es giebt auch moralische, psychologische und Naturgesetze, welche es mitbestimmen, ja viel mehr bestimmen, als die bürgerlichen, welche ohne solche gar nicht befolgt werden würden. Und so wird sich in allen Fällen finden, dass, wo gewisse Gesetze im Gebiete des Geschehens nicht durchgreifen, noch andere Gesetze da sind, durch welche man die Bestimmtheit im Sinne unseres allgemeinen Gesetzes als vollendet ansehen kann, welcher Sinn doch bemerktermassen noch eine Unbestimmtheit übrig lässt, auf die wir bald zu sprechen kommen.

Knüpfen wir nun einige allgemeinere Betrachtungen an unser Gesetz.

1) Durch dasselbe ist ein Bezug gesetzt zwischen Dem, was in allem Raum und aller Zeit geschieht, den wir als einen Identitätsbezug fassen können. Denn wenn beispielsweise zwei Weltkörper Millionen Meilen von hier sich nach demselben Gesetze anziehen, als hier, und nach Millionen Jahren desgleichen, so besteht eben hiermit etwas Identisches zwischen hier und jetzt und jenen fernen Räumen und Zeiten. Es ist hiermit etwas Einiges, Ewiges, Allgegenwärtiges, Allwaltendes, Herrschendes, die ganze Welt der Natur und des Geistes Bindendes anerkannt, und schon die Betrachtung dieses Einigen, Ewigen, Allgegenwärtigen, Allwaltenden, Herrschenden auf der Seite der blossen Natur kann uns auf das Dasein eines entsprechenden Geistigen hinweisen, in so fern wir nämlich überhaupt in der Natur den Ausdruck eines geistigen Waltens anzuerkennen geneigt sind. Es leuchtet ein, welche Bedeutung dieser Gesichtspunkt eben so in religiöser als naturphilosophischer Beziehung gewinnen kann; doch liegt uns die Verfolgung dieses Gesichtspunktes hier nicht weiter ob.

2) So fern von verschiedenen Umständen immer verschiedene Erfolge abhängen, liegt in dieser Seite unseres obersten Gesetzes das allgemeine Princip für seine Besonderung, und, so fern man Kräfte als Vermittler der Erfolge statuirt, zugleich das Princip für die Besonderung der Kräfte, als welche nur durch ihr Gesetz charakterisirt werden können. Da nämlich jeder besondere Umstand oder Complex von Umständen bei Wiederholung immer

Digitized by Google

denselben besonderen Erfolg oder Complex von Erfolgen mit sich führt, kann man dafür auch immer ein besonderes Gesetz und eine besondere, diese Art des Erfolgs vermittelnde Kraft aufstellen. Auf solche Art lassen sich Gesetze und Kräfte bis ins Einzelnste specialisiren, und in der That hat nie eine Grenze in dieser Beziehung stattgefunden. So fern aber die verschiedenen besonderen Umstände in Continuität zusammenhängen oder sich allgemeineren unterordnen, gilt es auch von den verschiedenen Gesetzen und Kräften. Gewöhnlich unterscheiden wir nur die besondersten Gesetze nicht besonders und kennen die allgemeinsten nicht hinlänglich, um davon zu sprechen oder sie in die Betrachtung einzuführen. Wir unterscheiden z. B. nicht die Gesetze der Anziehung für jeden anderen Abstand und jedes andere Verhältniss der Massen, sondern betrachten sie nur vereinigt unter dem allgemeinen Gesetze der Gravitation; wir kennen die allgemeinen Gesetze nicht hinreichend, unter denen sich die Erscheinungen des Lichts und Magnetismus vereinigen, und betrachten diese Erscheinungen demnach nur unter den besonders dafür geltenden Gesetzen.

Natürlich kann mit dieser Auffassung die nicht seltene Vorstellung nicht bestehen, als seien die verschiedenen Kräfte selbstständig existirende, real von einander abgesonderte Wesen, welche die Erfolge zu beherrschen vermögen, ohne selbst von ihnen beherrscht zu werden. Vielmehr, wie sich die Umstände ändern, unter denen die Kräfte wirken, ändern sich die Kräfte zwar nicht begrifflich, aber real, indem sie dabei nur immer unter dem allgemeinen Gesetze begriffen bleiben, welches die Umstände vor und nach der Wandlung und hiermit die der Wandlung selbst umfasst. So kann sich Gravitation durch ihre eigene Wirkung in Cohäsion verwandeln, indem sie die Theilchen aus merklicher Entfernung zur Berührungsnähe bringt; doch fasst ein allgemeineres Gesetz Gravitation und Cohäsion als besondere Fälle unter sich, indem es für alle möglichen Grade der Entfernung und Nähe den Erfolg bestimmt, mithin auch für den Uebergang aus merklichen Entfernungen in Berührungsnähe.

Wenn Stoffe, die in der Aussenwelt noch eben den unorganischen Kräften, weil unorganischen Verhältnissen, unterlagen, in den Organismus eintreten, so geht nicht ein neues fremdartiges Kraftwesen darauf über, welches die neuen Erfolge, die sich daran zeigen, bedingte, sondern die organischen und unorganischen Anordnungen sind selbst beides nur besondere Fälle

Digitized by Google

der allgemein möglichen materiellen Anordnungen, wofür auch allgemeine Gesetze gelten müssen, in denen es begründet liegt, wie sich die Erscheinungen ändern, wenn Stoffe aus den einen in die anderen Anordnungen eintreten. Die Bildung des Krystalls in der Salzlauge und die Bildung des Hühnchens im Ei gehen unter dem Einfluss sehr verschiedener Kräfte von Statten, aber dies hindert nicht, dass es ein Gesetz gebe, welches bestimmt, wie nach den verschiedenen materiellen Umständen, welche in der Salzlauge und welche in dem bebrüteten Ei obwalten, auch die materiellen Bildungserfolge in beiden verschieden ausfallen müssen; welches allgemeinere Gesetz eine allgemeinere materielle Bildungskraft charakterisirt, wovon die organische und unorganische nur besondere Fälle sind.

Auf solche Weise fallen überhaupt alle Scheidewände, die man so gern zwischen verschiedenen Kräften zu setzen pflegt, ohne dass doch die Unterscheidungen dazwischen fallen, die man vielmehr beliebig noch weiter treiben kann, als man gewohnt ist, es zu thun.

3) Die Erfahrungsschlüsse, Induction und Analogie, gewinnen unter Anerkennung unseres Gesetzes eine Verallgemeinerung und principielle Bestimmtheit und Sicherheit, worin sie gewöhnlich nicht gefasst werden.

Für Induction hält man im Allgemeinen das Fussen auf wiederholten Erfahrungen nöthig. Nach unserem Gesetze aber reicht an sich eine einzige Erfahrung vollkommen aus, die Wiederkehr eines Erfolgs unter denselben Umständen für alle Zeit zu verbürgen und ein sicheres Gesetz darauf zu gründen, und die Wiederholung der Erfahrung ist nur nöthig, theils für die Unsicherheit und Zerstreutheit unserer sinnlichen Auffassung Abhülfe zu gewähren, theils aus den einzelnen Fällen allgemeinere Gesetze zu abstrahiren. Die Analogie anlangend, so schliesst man gewöhnlich unbestimmt: Aehnliche Gründe werden ähnliche Erfolge geben; aber es fragt sich: in wie weit ähnliche? Nach unserem Gesetze wird man vollkommen bestimmt schliessen: In so weit sich die Gründe gleichen, werden sich die Erfolge gleichen; in so weit sich die Gründe nicht gleichen, werden sich auch die Erfolge nicht gleichen. Hierdurch wird das Ungleiche der Fälle dem Schlusse eben so dienstbar gemacht, als das Gleiche. Die meisten Erfahrungsfehlschlüsse beruhen auf einem Mangel an consequenter Sonderung und Festhaltung dieses doppelten Gesichtspunktes, und die Häu-

Digitized by Google

figkeit solcher Fehlschlüsse ist Grund gewesen, dass man den Erfahrungsschlüssen gewöhnlich überhaupt nur eine precäre Sicherheit den sogenannten Vernunftschlüssen gegenüber beilegt, die auf dem Satze des Widerspruchs ruhen. Inzwischen haben die Erfahrungsschlüsse principiell eine Sicherheit, welche der unseres obersten Gesetzes selbst gleich kommt, das für das reale Gebiet eine analoge Bedeutung hat, als der Satz des Widerspruchs für das begriffliche; so fern das reale Gebiet so wenig als das Vernunftgebiet einen Widerspruch mit dem einmal Gesetzten duldet; nur dass freilich unser Gesetz als ein Gesetz für die Erfahrung auch seine allgemeinste Bewährung principiell nur in der allgemeinsten Erfahrung suchen kann. Fehler in Anwendung der Erfahrungsschlüsse können natürlich dem Princip derselben so wenig zugerechnet werden, als logische Fehler dem der Vernunftschlüsse.

Bemerken wir nun noch, dass Vernunftschlüsse ohne Zuziehung von Erfahrungsschlüssen, anstatt für die Wirklichkeit irgendwie Gültigkeit zu haben, überhaupt nichts dafür bedeuten können. Denn ich kann zwar schliessen: Alle Menschen sind sterblich, Cajus ist ein Mensch, also ist Cajus sterblich; dass aber alle Menschen sterblich sind, ist selbst erst eine Sache der Induction und Analogie, ohne welche der ganze Schluss ins Leere gebaut wäre. Hiernach kann man behaupten, dass jede Sicherheit des Schlusses auf dem Gebiet des Wirklichen von der Sicherheit und sicheren Anwendung unseres allgemeinsten Gesetzes abhängt.

4) So fern unser Gesetz gilt, können wir eine vollkommen unverbrüchliche Gesetzmässigkeit durch die ganze Natur- und Geisterwelt herrschend annehmen, wie dies eben so im Interesse unserer theoretischen Forschung, als einem richtig verstandenen praktischen Interesse ist, dessenungeachtet aber, und hiermit kommen wir auf einen Hauptgegenstand unserer Betrachtung, jede Freiheit oder Indetermination damit verträglich finden, die anzunehmen uns irgend ein Interesse veranlassen kann. Der Streit zwischen Determinismus und Indeterminismus bleibt auch hier noch offen, aber er lässt sich bis zu einer tieferen Wurzel zurückführen, wo er, wenn man ihn noch fortsetzen will, mehr ein Wortstreit als ein Streit um die Sache erscheint.

Von vorn herein erhellt leicht, dass unser Gesetz trotzdem, dass es bindend für allen Raum und alle Zeit, für alle Materie und allen Geist wäre, doch seinem Wesen nach eine Indetermination noch

Digitized by Google

übrig lässt, ja die grösste, die sich denken lässt. Denn es sagt wohl, dass, in so fern dieselben Umstände wiederkehren, auch derselbe Erfolg wiederkehren müsse, so fern nicht, nicht; aber es liegt nichts in seinem Ausdrucke, was die Art des ersten Erfolgs selbst an irgendwelchem Orte für irgendwelche Umstände, noch die Art des Eintritts der ersten Umstände selbst irgendwie bestimmte. In diesem Bezuge lässt es Alles frei, und dächten wir uns ein höchstes Wesen, die Welt nach unserem Gesetze schaffend und ordnend, so würde es Anfangs danach Alles schaffen und ordnen können, wie es wollte, ohne durch irgend etwas gebunden zu sein, ja es fände in dem Gesetze Anfangs gar keinen Anhalt, wonach es sich richten könnte; es bliebe rein an seinen indeterminirten Willen gewiesen. Nur was es einmal gesetzt hätte, wäre bindend für alle Folge. Es schüfe vor allen Dingen die Gesetze aller Dinge mit Freiheit. Unser oberstes Gesetz selbst könnte man sich mit Freiheit geschaffen denken, denn es liegt in seinem Begriffe nichts, was uns auch seine Realität verbürgte. Indess ist nicht nöthig, auf den Anfang der Dinge zurückzugehen oder zu provociren, um noch jetzt so viel Indetermination in der Welt mit unserem Gesetze verträglich zu finden, als man im Freiheitsinteresse nöthig halten mag. In der That werden nach unserem Gesetze auch jetzt die kommenden Erfolge doch nur nach Maassgabe durch die bisherigen Umstände vorbedingt und vorbestimmt sein, als diese Umstände selbst Wiederholungen von alten Umständen sind. Das sind sie aber nie vollständig. Jeder andere Raum und jede andere Zeit führt immer von Neuem neue Umstände oder neue Abänderungen der alten Umstände mit sich, die also auch immer von Neuem neue oder abgeänderte Folgen fordern, welche durch die Gesetze, die sich auf das anderswo und früher Dagewesene gründen, nicht vorausbestimmt noch vorausbestimmbar sind, oder es nur so weit sind, als noch im Neuen das Alte sich forterhält; aber es erhält sich eben nie ganz fort. Die Welt ist eine von Ort zu Ort sich ändernde und in der Zeit continuirlich sich entwickelnde. Man betrachte nur z. B. die Ausbildung der Erde von ihrer ersten Zeit an durch die verschiedenen Schöpfungen organischer Reiche, des Menschen und die fortschreitende Entwicklung des Menschen selbst hindurch. An diesen Umstand kann der Indeterminist seine ganze Freiheitslehre knüpfen, ohne deshalb der durchgreifendsten Gesetzlichkeit der Natur und des Geistes irgendwie Abbruch zu thun.

Er kann z. B. sagen — ich lasse ihn sprechen, ohne damit noch

Digitized by Google

meine eigentliche Meinung vollkommen auszusprechen: Die Menschen wurden zuerst durch einen göttlichen Freiheitsact geschaffen, der, ohne selbst durch Vorheriges hinlänglich determinirt zu sein, nun aber für alle Folge determinirend wirkt. Denn da die Umstände der Menschenschöpfung das erste Mal eintraten, war noch kein Präjudiz für die Entstehung der Menschen aus diesen neuen Umständen da; dies trat erst mit ihrer Schöpfung ein. Unter denselben Umständen würden nun künftig wieder Menschen entstehen müssen, aber das Gesetz dazu ist eben erst mit ihrer ersten Schöpfung gegeben und wird nun so lange bestehen, als die Welt besteht. Aus allem Vorhergegangenen lässt sich die erste Entstehung der Menschen nicht als eine nothwendige hinlänglich erklären, noch war sie früher wirklich nothwendig; denn mit den neuen Umständen kam wirklich erst der neue Grund des Geschehens auf eine durch nichts Vorgängiges bedingte Weise in die Welt.

Auch die menschliche Freiheit wäre so zu fassen. Jedes frühere geistige Geschehen wirkt regelgebend für das spätere, und so determinirt sich der menschliche Charakter im Laufe des Lebens immer mehr, so fern in gewisser Beziehung immer die alten Umstände wiederkehren; aber in gewisser Beziehung geht doch das Neue immer über das Alte hinaus, die alten Verhältnisse wiederholen sich nie vollständig und so hört die Freiheit, sich noch künftig so oder so zu determiniren, nie völlig auf. In dem immer neu Eintretenden liegen immer neue Gründe indeterministischer Freiheit. Die Erfahrungen lassen sich auf diese Weise sehr wohl repräsentiren. Der Charakter des Menschen formirt sich wirklich mit der Zeit immer mehr und fester, in Folge und nach Maassgabe seiner bisherigen Erziehung und Handlungsweise; man kann hiernach mehr oder weniger berechnen, wie er sich künftig unter vorkommenden Umständen benehmen wird, mehr oder weniger nur deshalb, weil die künftigen inneren und äusseren Umstände selbst immer nur mehr oder weniger, nie ganz den bisherigen ähnlich sind, überdies namentlich die inneren Umstände uns oft sehr wenig bekannt sind. Was aber ganz neue innerliche oder äusserliche Umstände aus dem Menschen machen können, ist nie zu berechnen. Auch wird von den meisten Anhängern indeterministischer Freiheit die Festsetzung eines Charakters ohne Aufgeben der Freiheit, ja durch die Freiheit selbst, in ähnlicher Weise, als hier von uns, wenn auch nicht erklärt, doch geschildert. Da jeder neue Mensch

Digitized by Google

schon die ganze bisherige Entwicklungsgeschichte der Menschheit hinter sich hat, ist er freilich auch ihrer ganzen schon entwickelten Gesetzlichkeit unterthan; aber er kann doch immer selbst neue Momente zur Fortentwicklung derselben mit Freiheit beitragen, die maassgebend werden für die Zukunft. Auch lässt sich aus allgemeinen Gesichtspunkten als die Bestimmung des Einzelnen ansehen, nicht sowohl das von der Menschheit schon Gewonnene wieder aufzulösen, als es fortzubilden.

Mit dieser Betrachtungsweise kann sich auch jede exacte Forschung in so fern befriedigt halten, als dem Princip derselben dadurch kein Abbruch geschieht und ihr keine neuen Schranken dadurch gesetzt werden. Denn factisch ist dies von jeher ihr Princip gewesen, Regeln nicht vor dem Gegebenen zu machen, sondern aus dem Gegebenen zu suchen, und nach Maassgabe, als die Welt fortschreitet und ganz neue Verhältnisse eintreten, wird sie auch immer neue Regeln aufsuchen müssen; die alten reichen immer nur hin, einen Theil des Neuen zu erklären, so weit das Alte noch darin eingeht.

Inzwischen kann der Determinist die Sache doch auch anders fassen. Er kann darauf aufmerksam machen, dass jedenfalls Vieles von Dem, was wir neue Umstände zu nennen geneigt sind, nur eine derartige Abänderung oder Combination alter Umstände ist, dass die neuen Erfolge als besondere Fälle unter schon gewonnene alte Regeln treten; der Erfolg einer Neuerung lasse sich oft nach einer durch alte Gesetze gedeckten Proportionalität oder Zusammensetzung oder allgemeiner als Function des früher Dagewesenen berechnen. Und die Möglichkeit hiervon liege in der Allgemeinheit unseres Gesetzes selbst begründet. Denn vermöge derselben werde es nicht bloss für das Einzelne, sondern auch das Allgemeine der Fälle zu gelten haben, und so fern in gewissem Raume, in gewisser Zeit sich eine gewisse Regel der Proportionalität oder Zusammensetzung gültig erweise, fordere die volle Allgemeinheit des Gesetzes, dass sie für alle Zeiten und alle Räume ferner gültig bleibe.

So kehrt unser Planetensystem in Betreff der Anordnung seiner Massen in Ewigkeit nie wieder ganz in die Verfassung zurück, die es in irgend einem Momente gehabt; aber dessenungeachtet ist alle Bewegung desselben in Ewigkeit völlig determinirt nach Regeln, welche sich ganz auf schon Dagewesenes gründen. Zuletzt reduciren sich alle Umstände, auf die es bei dem Erfolge hier ankommt, auf Grössen von Massen, Distanzen, Geschwindigkeiten,

Digitized by Google

Richtungen, auf Zusammensetzungen und Verhältnisse von all Diesem; und wie sich die Ursachen zusammensetzen, setzen sich die Folgen zusammen; die Erfahrung selbst hat bewiesen, dass es der Fall ist, und hat zugleich die Regeln kennen gelehrt, nach der Zusammensetzung der Ursachen die Zusammensetzung der Folgen zu berechnen.

Im Sinne des Deterministen wird es nun liegen, Das, was wir beim Planetensystem bemerken, zu verallgemeinern, zu sagen: Alles, was wir neue Umstände nennen, sind solche Abänderungen und Zusammensetzungen, die sich nach Regeln berechnen lassen, welche, wenn nicht aus dem Dagewesenen schon gefunden, doch daraus findbar sind. Von Anbeginn an sind alle die Grundverhältnisse gegeben, auf die es ankommt, und so gegeben, dass keine neue Determination im Laufe der Zeiten erst eintreten kann.

Es ist nicht möglich, diesen Streit erfahrungsmässig zu entscheiden. Factisch ist, dass für den Deterministen die Zurückführung des Neuen auf alte Gesetze bei Weitem nicht gelungen ist und eben so wenig Aussicht ist, dass sie, namentlich im Gebiete des Organischen und Geistigen, je vollständig wird gelingen können. Ja es hat sich noch neuerdings ein Umstand gezeigt, der diese Aussicht ferner als je rückt. Man glaubte wohl sonst, es lasse sich Alles in der Natur auf Zusammensetzungen von Elementarkräften zwischen je einem und einem anderen Theilchen zurückführen, und mit den Gesetzen dieser Kräfte und ihrer Zusammensetzung sei das Princip gegeben, Alles zu berechnen, was in der Natur geschieht. Aber es hat sich gezeigt, dass dem nicht so ist,*) dass im Gebiete des Unwägbaren, was doch überall auch in das Wägbare eingreift, und namentlich im Organischen, und vielleicht als Träger des Geistigen eine besonders hohe Bedeutung hat, nicht bloss der besondere Erfolg, sondern auch das allgemeine Gesetz des Erfolgs bei der Wirkung zweier Theilchen durch Zutritt eines dritten, dann ferner eines vierten u. s. f. abgeändert wird, auf eine Weise, der nachzukommen immer schwieriger werden muss, je mehr die Verwicklung steigt; die Verbindung zum Ganzen hat einen Einfluss, der sich aus der Zusammensetzung irgendwelcher Einzelheiten nicht berechnen lässt. Entsprechend ist es auch im Geistigen. Die einfachsten Gesetze, welche für die einfachsten Verhältnisse gelten, reichen nirgends hin, durch Zusammensetzung auch Das zu

*) Vergl. W. Weber in den Abhandlungen der Jablon. Gesellschaft. S. 376.

Digitized by Google

decken, was der Verwicklung dieser Verhältnisse im Ganzen angehört.

Andererseits jedoch ist eben so gewiss, dass nichts hindert, in Erkenntniss der Gesetze, die für grössere und immer grössere Verwicklungen gelten, immer weiter fortzuschreiten, und dass wirklich in dieser Beziehung fortgehends Fortschritte gemacht werden, auf die sich der Determinist berufen kann, dem es schwer einleuchten will, dass irgend ein Gesetz ausser Wechselbedingtheit mit anderen durch einen Act freier Willkühr so oder auch so hätte entstehen können. Er fühlt ein Bedürfniss, einen bindenden Zusammenhang aller Gesetze nicht minder, wie alles Dessen, was durch die Gesetze gebunden ist, anzunehmen.

Den ganzen philosophischen Streit zwischen Determinismus und Indeterminismus hier zu erörtern und auszufechten, ist nun erklärtermassen nicht unsere Absicht. Indess, ohne Rücksicht auf den bisher geführten Streit, liegt in unserer Fassung des Gegenstandes selbst ein Vermittlungsweg zwischen Determinismus und Indeterminismus, der mir geeignet scheint, den Streit zwar nicht zu entscheiden, aber zu schlichten, und ich nehme hierfür Ihre Aufmerksamkeit noch für eine kurze Zeit in Anspruch.

Es ist factisch und begreiflich, auch in den eben geführten Erörterungen anerkannt, dass, nach Maassgabe als sich die Verhältnisse verwickeln oder auf eine höhere Ordnung steigen, wie dies im Sinne der fortschreitenden Entwicklung der Welt im Ganzen ist, die Berechnung der Erfolge dieser verwickelteren Verhältnisse immer schwieriger wird, einen immer höheren Entwicklungsgrad des Geistes voraussetzt, sei es auch, dass sie an sich immer möglich sei. Und unstreitig kann kein Wesen Erfolge berechnen, die aus Gründen hervorgehen, welche complicirter oder von höherer Ordnung sind, als die inneren Verhältnisse des Wesens selbst, sondern nur niedrigere, mögen wir dies übrigens auf das Geistige oder Leibliche beziehen, was immer mit einander geht, da ein höher entwickeltes Geistiges stets mit einem höher entwickelten Leiblichen zusammenhängt. Ein Wurm wird nie voraussehen können, wie sich ein Affe, ein Affe nie, wie sich ein Mensch, ein Mensch nie, wie sich Gott benehmen wird, ausser nach Beziehungen, nach denen sie dem Höheren selbst adäquat sind, denn so fern die Einsicht jedes Wesens mit seiner Entwicklungsstufe zusammenhängt, kann es nicht über das Vermögen dieser hinaus etwas erschliessen, was erst in einer höheren Entwicklungsstufe Raum hat.

Digitized by Google

So wird ein Mensch, der noch auf einer niederen Bildungsstufe steht, nie berechnen können, wie er sich benehmen wird, wenn er selbst auf eine höhere gelangt ist, ausser nach Beziehungen, in denen er schon jetzt mit der höheren übereinkommt; das Umgekehrte ist wohl eher möglich, dass der Mensch, auf höhere Bildungsstufe gelangt, die Motive seiner Handlungsweise auf der früheren niederen übersieht, obschon auch dies nie vollständig. So fern nun factisch die Welt in einer fortschreitenden Entwicklung begriffen ist, lässt sich glauben, es bestehe eine Unmöglichkeit schlechthin in der Natur der Sache, alle Erfolge der Welt voraus zu berechnen, in so fern die Berechnung Dessen, was in die spätere höhere Entwicklung fallen wird, ein Wesen von noch höherem Entwicklungsgrade schon voraussetzen würde, was sich widerspricht. So bliebe factisch eine Indetermination für die Erkenntniss des Zukünftigen zu aller Zeit bestehen; aber es würde für den erlangten höheren Erkenntnissgrad möglich sein, die Nothwendigkeit des früher Geschehenen mehr oder weniger zu berechnen. Ja Alles, was mit dem Gefühl der Freiheit in der Welt geschieht, könnte möglicher Weise eben ein Solches sein, was der Natur nach durch kein vorhandenes Wesen vollkommen vorauszusehen war, indem eben damit erst ein solches Entwicklungsmoment in die Welt trat, welches für die Zukunft die Möglichkeit fernerer Voraussicht bedingte.

Es kann keine Frage sein, dass nach diesem Princip wirklich eine Indetermination in die Berechnung aller endlichen Wesen kommt, nicht bloss eine scheinbare, sondern eine wirkliche, d. h. in der Natur der Dinge und des Erkennens gegründete. Aber man kann, und vielleicht mit Recht, bezweifeln, ob eine Anwendung hiervon auf den göttlichen Geist und dessen Voraussicht zu machen sei. Sollte man diesen Geist auch sich entwickelnd denken, wie den Geist eines Kindes, das in seiner Dummheit noch nicht voraussehen kann, was es als Erwachsener thun wird? Zwar scheint es bedenklich, uns hier in Fragen zu vertiefen, die vom Gebiet des Wissens in das des Glaubens abführen, indess, da der Mensch überall dahin trachten muss, dass nicht die obersten Principien seines Wissens mit denen, die er im Interesse seines Glaubens festhalten muss, in Widerspruch treten, ein solcher sich aber gerade hier aufzudrängen scheint, so seien noch einige Worte über diesen Gegenstand beigefügt, mit der Beschränkung und dem Rückhalt, die dieser Gelegenheit ziemen.

Digitized by Google

Wir müssen nie vergessen, dass bei aller Aehnlichkeit, die wir mit Gott haben mögen, doch auch eine gewaltige Seite des Unterschiedes nach unserem Glauben darin liegen bleibt, dass er alle Gründe des Geschehens von Anfang in sich trägt, wir nicht. Wir wachsen und entwickeln uns an Geist und Leib unter Einwirkung Dessen, was uns von aussen kommt; dergleichen Art Entwicklung kann für Gott nicht stattfinden. Wir dürfen uns daher unstreitig auch die Fortentwicklung Gottes, falls wir von einer solchen sprechen wollen, nicht wie die eines von Anfang an thörichten Kindes denken, das immer klüger wird, indem es immer mehr von Dem erkennen lernt, was des ganzen Gottes ist, eine Vorstellung, die der Würde unserer Ansichten von Gott nicht angemessen sein würde. Aber es steht eine andere würdigere Vorstellung zu Gebote, die dem Sachverhalt, so weit wir ihn nach dem Wirken Gottes zu beurtheilen vermögen, entspricht und doch von einer anderen Seite wieder die Indetermination in die Erkenntniss des Zukünftigen einführt, die wir in gewisser Weise im Freiheitsinteresse immer fordern werden.

Stellen wir uns einen Dichter vor, der die Idee eines Gedichtes fasst; erst nur ganz im Allgemeinen. Indem er Anfangs seine ganze geistige Kraft in Feststellung und Ordnung der allgemeinen Grundzüge der Idee verwendet, ist unmöglich, dass ihm die Besonderheiten der künftigen Ausführung auch schon eben so vorschweben können. Sind die allgemeinen Grundzüge recht geordnet, so geht er an das Besondere und immer mehr in das Besondere; aber indem er zu jeder Zeit seine ganze geistige Kraft unter Festhaltung der früheren allgemeinen Idee auf die Ausarbeitung einer gewissen neuen Stufe der Besonderheiten wendet, schweben ihm die künftigen noch nicht eben so vor. So wird er nie ins Speciellste voraussehen, was er künftig im Verfolg der Ausarbeitung für Vorstellungen fassen wird. Ein menschlicher Dichter freilich greift oft schon ins Einzelne vor; er denkt wohl bei der allgemeinen Idee schon an einen einzelnen Zug, den er einmal in der Ausführung anbringen wird, und wendet die Idee danach. Aber dies ist nicht ein Zug der Vollkommenheit, sondern der Unvollkommenheit in der Ausarbeitungsweise der menschlichen Werke. Und so können wir uns denn auch denken, dass Gott im Ganzen auf diese Weise seine Welt ausarbeitet, ja dass der Weltgang eben nur die äussere Erscheinung dieses göttlichen Gedankenganges ist, wofür man ihn

Digitized by Google

ja ohnehin so oft erklärt hat. Dann läge aber auch in der Natur der Sache, dass für die Vorausberechnung von jeder neuen Ausarbeitungsstufe keine Möglichkeit in der Natur der Dinge existirte. Wenn Gott daran denkt, tritt sie auch schon ein; sie kann durch das tiefste Denken aus der weisesten Idee heraus erzeugt sein, aber es ist eben deshalb nicht möglich, dass er sie mit aller seiner Weisheit so, wie sie eintreten wird, voraussähe, weil im Momente, wo er sie das erste Mal sieht, sie auch das erste Mal da ist. Nicht anders ist es bei den inneren Schöpfungen des menschlichen Dichters, nur dass diese nicht gleiche Realität als die göttlichen haben. Was aber Gott nicht voraussehen, vorausberechnen kann, wird um so weniger eines seiner endlichen Wesen vorausberechnen können.

Nach dieser Betrachtungsweise erscheint nun die deterministische Weltansicht der indeterministischen so nahe gerückt, dass man versucht sein kann, beide darin versöhnt zu finden. Denn man kann sagen: Was durch kein Wesen, durch Gott selbst nicht, nach keiner dem Wissen zugänglichen Regel vorausgesehen, zur Zeit seines Entstehens aus nichts Früherem zulänglich abgeleitet werden kann, ist immer als etwas in Realität, an sich Unbestimmbares anzusehen, und so fern der Eintritt von allem dergleichen mit einem Gefühl der freien Willkühr im Menschen oder Gott in Beziehung tritt, so ist die freie Willkühr eine durch nichts Vorgängiges determinirte.

Auf der anderen Seite aber behält diese Ansicht doch ihren deterministischen Gesichtspunkt darin, dass sie die Möglichkeit offen lässt, der Geist könne die Nothwendigkeit Dessen, was er vorausblickend in keiner Weise als kommend berechnen konnte, rückblickend übersehen lernen, nachdem er erst zu höherer Einsicht oder Entwicklung gelangt ist. Aber auch hierin kann, ja muss der Determinist factische, in der Natur der Sache liegende Beschränkungen zugeben. Ein endlicher Geist kann seiner Natur nach nie die Totalität der Gründe zur Totalität der Folgen übersehen, sondern nur immer mehr oder weniger Einzelnes im Einzelnen verfolgen, die Nothwendigkeit von Diesem und Jenem nach diesen und jenen Beziehungen, unter diesen und jenen Bedingungen erkennen, und eine erste Indetermination bleibt schon durch unser allgemeines Gesetz stets im letzten Hintergrunde.

Hiernach bliebe als der wesentliche Unterschied unserer, den deterministischen und indeterministischen Gesichtspunkt verknü-

Digitized by Google

pfenden Ansicht von der gewöhnlichen indeterministischen Freiheitsansicht nur der bestehen, dass doch in der unseren eine unbestimmbare und unbegrenzte Möglichkeit zugestanden, ja behauptet wird, im Fortschritt unserer Erkenntniss die Gründe Dessen, was wir mit Freiheit entstanden achten, und jedes freien Willens selbst rückwärts immer weiter, immer specieller in die verborgensten Motive hinein zu verfolgen, dass keine in der Natur der Sache liegende Grenze, sondern nur die Schrankenlosigkeit des Gegenstandes selbst uns eine Schranke setzt.

Sagt man hiergegen, so bliebe der freie Wille doch etwas an sich vollkommen Determinirtes, er konnte doch nur ganz so entstehen, wie er eben entstanden ist, da die bis ins Unbestimmte verfolgbaren Gründe desselben, um so verfolgbar zu sein, auch so da sein müssen; so möchte es zuvörderst fraglich sein, ob es triftig ist, von einer vollständigen Determination, einer Vorausbestimmung an sich noch zu sprechen, wenn sie für kein endliches noch unendliches Wissen besteht; zweitens, ob, wenn man den Namen Determinismus auch noch auf die hier vorgetragene Ansicht anwenden wollte, nicht die schlimmen Seiten, die man an dem gewöhnlichen Determinismus rügt, gehoben sind, denn der alte Name ist es ja nicht, vor dem wir uns zu fürchten haben, sondern die alte Sache; diese aber ist es hier nicht mehr.

Ich glaube in der That, dass diese schlimmen Seiten des Determinismus schwinden, und dass auch die nicht minder schlimmen Seiten, die man dem einseitigen Indeterminismus eben so vorwerfen kann, zugleich schwinden, so fern man nur die hier versuchte Vermittlung zwischen beiden mit der Ansicht in Beziehung setzt, dass das Gesetz der göttlichen Weltordnung ein im Ganzen gutes sei, welches selbst den Bösen durch die Folgen des Bösen hier oder dort nothwendig endlich zum Guten determinire. Und der Blick in die Weltordnung spricht für eine solche Natur des höchsten Gesetzes, um so mehr, je mehr wir denselben erweitern und vertiefen; obwohl auch in dieser Beziehung eine Erschöpfung für uns als endliche Wesen nicht möglich. Aber dies weiter auszuführen, ist hier nicht der Ort.

Der exacte Forscher dürfte jedenfalls bei dieser Ansicht, die wir hier der Prüfung Preis geben, den Vortheil finden, dass er, ohne den Glauben an etwas factisch Unbestimmbares in Dem, was auch er seine Freiheit nennen kann, aufzugeben, doch auch keine Schranken für das Streben gesetzt sieht, die Motive freier

Digitized by Google

Thaten ins Unbestimmte zu verfolgen, dass er auch im weitesten Fortschritt seiner Forschung nie besorgen darf, auf Gesetzlosigkeit zu stossen, nie veranlasst sein kann, solche vorauszusetzen, vielmehr je weiter er forscht, so mehr hoffen darf, sich in die Erkenntniss eines im Ganzen Alles zweckmässig und gut führenden Gesetzes zu vertiefen, nur dass es als von unendlicher Tiefe nie ganz wird zu erschöpfen sein, ja sich selbst nie ganz erschöpft im Wissen und im Handeln.

Und so wird nach Allem unser oberstes Gesetz auf keine Weise mit dem Freiheitsinteresse in Conflict erscheinen können, wenn sich doch zeigt, dass es eben so wohl einer streng indeterministischen Auffassung des Freiheitsbegriffes, als einer Vermittlung derselben mit der deterministischen Auffassung dienen kann. Sollte daher auch die Annahme einer nur halb durchgreifenden Gesetzlichkeit im Gebiete des Geschehens in jenem früher angegebenen, unserem Gesetze zuwiderlaufenden Sinne erfahrungsmässig nie vollständig widerlegt werden können, weil die Erfahrung überhaupt Schranken hat, so wird sie doch nach Dem, was wir erfahren können, unwahrscheinlich, nach Dem, was wir fordern müssen, unnöthig erscheinen.

Dies zu zeigen, war eine Hauptabsicht dieses Vortrags.

Digitized by Google

In der Weidmann'schen Buchhandlung sind erschienen:

ABHANDLUNGEN bei Begründung der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften am Tage der zweihundertjährigen Geburtsfeier Leibnizens herausgegeben von der Jablonowskischen Gesellschaft. Mit Leibnizens Bildniss. Hoch 4. 1846. Preis 5 Thlr.

Inhalt: W. WACHSMUTH Briefe von Leibniz an Christian Philipp.

A. F. MÖBIUS über eine neue Behandlungsweise der analytischen Sphärik. Mit 1 Tafel. (Einzeln 16 Ngr.)

M. W. DROBISCH über die mathematische Bestimmung der musikalischen Intervalle. (Einzeln 12½ Ngr.)

A. SEEBECK über die Schwingungen der Saiten. (Einzeln 10 Ngr.)

C. F. NAUMANN über die Spiralen der Conchylien. (Einzeln 16 Ngr.)

F. REICH elektrische Versuche.

W. WEBER elektrodynamische Maassbestimmungen. Mit vielen Holzschnitten. (Einzeln 1 Thlr.)

E. H. WEBER Zusätze zur Lehre vom Baue und den Verrichtungen der Geschlechtsorgane. Mit neun Kupfertafeln. (Einzeln 1 Thlr. 10 Ngr.)

C. G. LEHMANN Beiträge zur Kenntniss des Verhaltens der Kohlensäureexhalation unter verschiedenen physiologischen und pathologischen Verhältnissen. (Einzeln 10 Ngr.)

PREISSCHRIFTEN gekrönt und herausgegeben von der Fürstl. Jablonowskischen Gesellschaft zu Leipzig. I. Hoch 4. 1847. Preis 20 Ngr.

Inhalt: H. GRASSMANN Geometrische Analyse geknüpft an die von Leibniz erfundene geometrische Charakteristik. Mit einer erläuternden Abhandlung von *A. F. Möbius*.

BERICHTE über die Verhandlungen der Königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig. Aus den Jahren 1846 u. 1847. 12 Hefte in gr. 8. Mit Kupfertafeln u. Holzschnitten. Preis jedes Heftes 10 Ngr.

—— Aus dem Jahre 1848. 6 Hefte in gr. 8. Mit Kupfertafeln und Holzschnitten. Preis jedes Heftes 10 Ngr.

—— der philologisch-historischen Classe. 1849. 1.—4. Heft. gr. 8. Preis jedes Heftes 10 Ngr.

—— der mathematisch-physischen Classe. 1849. 1. u. 2. Heft. gr. 8. Preis jedes Heftes 10 Ngr.

ABHANDLUNGEN der mathematisch-physischen Classe der Königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften. Dieselben werden in Heften herausgegeben und es sind bis jetzt zu haben:

P. A. HANSEN Allgemeine Auflösung eines beliebigen Systems von linearischen Gleichungen. — Ueber die Entwickelung der Grösse $(1-2\alpha H+\alpha^2)^{-\frac{1}{2}}$ nach den Potenzen von α. 12 Ngr.

A. F. MÖBIUS über die Grundformen der Linien der dritten Ordnung. 24 Ngr.

C. F. NAUMANN über die cyclocentrische Conchospirale und über das Windungsgesetz von Planorbis corneus. 10 Ngr.

A. SEEBECK über die Querschwingungen gespannter und nicht gespannter elastischer Stäbe. 10 Ngr.

Digitized by Google

INHALT.

Seite

A. F. Möbius, über das Gesetz der Symmetrie der Krystalle und die Anwendung dieses Gesetzes auf die Eintheilung der Krystalle in Systeme 65

A. W. Volkmann, über einige Probleme der Hämodynamik und deren Lösbarkeit 75

Eduard Weber, über die Gewichtsverhältnisse der Muskeln des menschlichen Körpers im Allgemeinen 79

Marchand, über das Auftreten und die Ermittelung des Arseniks im thierischen Körper 86

G. Th. Fechner, über das Causalgesetz 98

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

Digitized by Google

4066

BERICHTE

ÜBER DIE

VERHANDLUNGEN

DER KÖNIGLICH SÄCHSISCHEN

GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN

ZU LEIPZIG.

MATHEMATISCH-PHYSISCHE CLASSE.

1849.

III.

Mit einer Steindrucktafel.

LEIPZIG.
WEIDMANNSCHE BUCHHANDLUNG.
1850.

Digitized by Google

Digitized by Google

SEP 27 1907

SITZUNG AM 22. DECEMBER.

D'Arrest, *Mittheilungen über den zweiten Cometen von* 1849 *und den neuentdeckten Planeten Hygiea.*

Der Comet, welchen Herr Prof. Schweizer in Moskau am 11. April d. J. im Sternbild der nördlichen Krone entdeckte, wurde wenige Stunden später auch auf der neuen nordamerikanischen Sternwarte zu Cambridge von Herrn Bond aufgefunden, und am 14. April machte Herr Graham dieselbe Entdeckung auf der Sternwarte Markree-Castle in Irland. Da der Comet ziemlich lichtschwach war und bald nach seiner Auffindung die Richtung seines schnellen Laufes nach Süden beträchtlich veränderte, so gelang es mir nur, ihn während des hellen Mondscheins Anfang Mai an einem Abend auf der hiesigen Sternwarte aufzufinden, wo zwölf Vergleichungen am Kreismikrometer des Fraunhoferschen Refractors mit Sternen der Hist. Cél. die folgende Position ergaben:

Mai 3. $9^h\,31'\,17''$ M. Z. L. AR. $145°\,13'\,2'',0$ Decl. $-\,11°\,44'\,17'',6$.

Die äussere Erscheinung des Cometen bot nichts Bemerkenswerthes dar, aber schon die ersten Versuche, seine parabolische Bahn zu bestimmen, führten auf die Vermuthung einer Identität desselben mit dem zweiten Cometen von 1748, eine Vermuthung, die vielleicht um so gerechtfertigter erscheinen konnte, als die Bahn dieses letzteren so unsicher bestimmt ist, dass Pingré in der Cométographie zweifelte, ob sie in späterer Zeit zur Wiedererkennung des Cometen würde dienen können. In der That beruhen die Positionen des Cometen von 1748 nur auf Allignements mit benachbarten Sternen, die Klinkenberg in Harlem in vier auf einander folgenden Nächten ange-

Digitized by Google

stellt hat. Die erste Bahnbestimmung hat Struyck in der Beschryving der Staartsterren (1753) gegeben. Bessel, dem die grosse Unsicherheit auffallend war, welche in der Bestimmung der Bahn zurückgeblieben war, hat im Jahre 1806 die alten Beobachtungen mit Anwendung neuer Sternpositionen reducirt und eine andere Parabel bestimmt, die ohne Zweifel den Vorzug vor der Struyck'schen verdient. Ich stelle diese beiden Bahnen des Cometen von 1748 hier zur Vergleichung mit derjenigen Bahn zusammen, die ich vor einigen Monaten aus allen Beobachtungen ableitete, welche mir vom diesjährigen Cometen aus Altona, Berlin, Hamburg, Leipzig und Markree bekannt geworden waren.

	Struyck. *)	*Bessel.* **)	*D'Arrest.* ***)
Perihelzeit	1748. Juni 18. $4^h\,34'\,18''$ M. Z. Paris.	1748. Juni 18. $24^h\,27'\,22''$ P.	1849. Juni 8. $4^h\,26'\,35'',6$ P.
Perihel	276° 9′ 24″	278° 47′ 10″	267 3 53, 6
Knoten	34 39 43	33 8 29	30 31 38, 6
Neigung	56 59 3	67 3 28	66 58 32,5
Log. d. k. Abst.	9,816440	9,796128	9,9515984
	direct.	direct.	direct.

Meine Elemente beziehen sich auf das mittlere Aequinoctium 1849. Jan. 0, und diese Parabel stellt alle während des Zeitraumes von April 14 bis Mai 4 gemachten Cometenbeobachtungen so genau dar, dass man schon daraus ziemlich sicher schliessen konnte, der Comet habe von 1748 bis 1849 höchstens einen, nicht mehrere Umläufe um die Sonne gemacht. Eine hundertundeinjährige Umlaufszeit, der in diesem Falle etwa eine Excentricität = 0,95875 entsprochen hätte, war indessen bei der kurzen diesmaligen Sichtbarkeit dieses Cometen und der Unsicherheit, die, nach der Natur der Sache, bei der Ortsbestimmung eines Nebelflecks zurückbleibt, keineswegs ausgeschlossen. Gleichzeitig mit mir hat sich der erste Entdecker des Cometen ausführlich mit der Bestimmung der wahren Natur der Bahn desselben beschäftigt. Ich führe seine Elemente hier an, weil die fast vollkommene Uebereinstimmung mit den meinigen zeigt, welche Genauigkeit in diesen Resultaten erlangt war, da Herrn Prof. Schweizers Untersuchung sich ausschliesslich auf Pulkowaer Beobachtungen gründet, die mir damals unbekannt waren.

---

*) Beschryving der Staartsterren, pag. 96. Cit. nach Bessel.

**) Bode, Astr. Jahrbuch, 1809. pag. 99.

***) Schumacher, Astr. Nachr. XXIX. p. 102.

Digitized by Google

Elemente von Schweizer.

Perihelzeit: 1849. Juni 8. 8^h 49′ 49″,3. Paris.

Länge des { Perihels . 267° 3′ 0″,8
Länge des { Knotens . 30 31 32, 6

Neigung . . . 66 59 1, 7

Log. des kl. Abstand . . es9,9516606

Bewegung direct.

Ich habe dieses System, der Uebereinstimmung wegen, auf denselben Meridian und das Aequinoctium wie oben bezogen.

Die interessante Frage, ob die Cometenerscheinungen der Jahre 1748 und 1849 einem und demselben Himmelskörper angehörten, wäre demnach, sowohl nach der Vergleichung der beiderseitigen Bahnen, wegen der Unsicherheit der älteren, als nach der diesmaligen Erscheinung allein, wegen der Kürze der Sichtbarkeit, unentschieden geblieben, wie in manchen anderen Fällen der neueren Zeit, wenn man nicht die Bemerkung gemacht hätte, dass auf südlicheren Sternwarten eine Wiederauffindung des Cometen nach einigen Monaten möglich sein könnte. Ich machte deshalb im Juni d. J. eine Vorausberechnung des Cometenlaufes nach der Rückkehr von der Sonne für August und September bekannt. In Deutschland hat man hiernach vergeblich den Cometen am Morgenhimmel aufgesucht; auf der hiesigen Sternwarte vereitelten die Dünste des Horizonts und die Dämmerung jeden Versuch um so mehr, als der Comet voraussichtlich noch beträchtlich lichtschwächer erscheinen musste, als in der ersten Periode der Sichtbarkeit.

Ganz kürzlich ist indessen die Nachricht von der glücklichen Wiederauffindung des Cometen im August zu Cambridge (N. A.) hier angelangt, zugleich mit zwei Positionen des Cometen, die, wenn ich sie auf Berlin und das scheinbare Aequinoctium des Tages beziehe, so stehen werden:

1849. Aug. 24. 21^h 15′ 35″ Sch. AR. 71° 15′ 18″,8 Sch. Decl. —27° 14′ 3″,3
26. 21 16 47 » » 70 16 35, 0 » » —27 17 33, 9

Damit ist ein Bogen von 152 Graden in der Bahn des Cometen gewonnen, während derselbe in der ersten Periode der Sichtbarkeit nur 18 Grade durchlaufen hatte, und die angeregte Frage lässt sich mit Sicherheit zur Entscheidung bringen. Vergleicht man zunächst die obigen Elementensysteme von Herrn Prof. Schweizer und mir mit diesen Beobachtungen, so werden die Unterschiede diese:

Digitized by Google

	Schweizer.		*D'Arrest.*	
	AR.	Decl.	AR.	Decl.
Aug. 24.	+ 20″	+ 227″	— 16″	+ 144″
26.	+ 50	+ 225	+ 12	+ 139.

Diese Unterschiede nach fast vier Monaten sind so gering, dass sich ohne Zweifel eine parabolische Bahn wird finden lassen, die den Complex aller Beobachtungen von April bis August befriedigend darstellt. Der gleiche Sinn der Abweichungen in Declination indessen von zwei und fast vier Minuten hat mich veranlasst, sogleich, ohne Voraussetzung über die Excentricität, den Kegelschnitt nach Gauss' Methode zu suchen, welcher den sicheren Positionen von April 14, zu Markree beobachtet, Mai 4 zu Berlin und diesen letzten Oertern entspricht, da eine Umlaufszeit von etwa hundert Jahren jetzt nicht leicht verborgen bleiben konnte. Es ergab sich die folgende Ellipse:

Perihelzeit:	1849. Juni 8. 5^h 2′ 36″,3 M. Z. Paris.	
Länge des Perihels . . .	267° 6′ 7″,9	mittl. Aeq. 1849. Jan. 0.
Länge des Knotens . . .	30 32 0, 1	
Neigung .	66 55 19, 4	
Log. d. halben gr. Axe .	2,615340	
Log. d. kl. Abstandes .	9,951525	
Excentricität	0,997830	
Umlaufszeit .	8375 Jahre.	

Ohne der hier bestimmten Umlaufszeit grosses Gewicht beizulegen, kann man wenigstens als ausgemacht ansehen, dass der letzte Comet dieses Jahres nicht mit dem von Klinkenberg beobachteten identisch ist, und dass er sich in einer sehr excentrischen Ellipse bewegt, deren wahrscheinlichste Dimensionen festzustellen einer späteren, ausführlicheren Untersuchung vorbehalten bleiben muss.

Der andere diesjährige Comet, welcher fast gleichzeitig mit dem obigen von Herrn Goujon auf der Pariser Sternwarte entdeckt wurde, scheint sich nach den bisherigen Untersuchungen gleichfalls in einer der Parabel sehr nahe kommenden Bahn zu bewegen. Während derselbe auf anderen Sternwarten mehrere Monate hindurch beobachtet wurde, habe ich die Beobachtungen gleich nach dem Anfange, localer Hindernisse wegen, aufgeben müssen.

Digitized by Google

Die im abgelaufenen Jahre 1849 gemachten Entdeckungen von drei neuen Gliedern des Sonnensystems drängen sich auf den Zeitraum von fünf Tagen zusammen, von April 11 bis April 15. Am 12. April fand Herr De Gasparis auf der Sternwarte Capo di Monte bei Neapel den zehnten kleinen Planeten, indem er die von Herrn Prof. von Steinheil entworfene Karte, Hora XII der Berliner akademischen Sternkarten, mit dem Himmel verglich. Herr Director Capocci hat diesem Himmelskörper den Namen Hygiea gegeben. Als die Nachricht von der Entdeckung durch Herrn Conferenzrath Schumachers Circular bekannt wurde, gelang es zuerst in Deutschland Herrn Dr. Galle, den Planeten als einen Stern zehnter Grösse aufzufinden; zwei Tage später beginnt die Reihe der hiesigen Beobachtungen, welche bis Mitte Juni regelmässig fortgesetzt wurden. Von dieser Zeit an machten die helle Dämmerung und die geringe Höhe die weitere Beobachtung eines so lichtschwachen Objectes unmöglich. Mit Hülfe dieser und gleichzeitiger Ortsbestimmungen in Altona, Berlin, Hamburg und Königsberg, so wie der neapolitanischen Beobachtungen, deren gütige Mittheilung ich Herrn Conferenzrath Schumacher verdanke, wurde die erste Bestimmung der Bahn des neuen Planeten und eine spätere Verbesserung derselben ausgeführt. Die Leipziger Beobachtungen sind an einem anderen Orte veröffentlicht worden; zur Vergleichung mit dem Folgenden stelle ich aber hier die beiden ersten Elementensysteme zusammen.

Elemente des Planeten Hygiea.

Epoche: 1849. April 15,0 Berlin.

	I.	II.	
Mittl. Länge	198° 28′ 12″,60	200° 59′ 53″,55	M. A. 1849,0
Perihellänge	227 20 55, 94	234 24 40, 89	
Länge des Knotens .	287 47 2, 96	287 44 47, 45	
Neigung . . .	3 47 12,24	3 47 5, 79	
Excentricität .	0,0982830	0,12002555	
Log d. h. gr. Axe . .	0,4969345	0,5029086	

Die zweite dieser Bahnen ist mit allen bis vor Kurzem bekannt gewordenen Ortsbestimmungen verglichen worden, und nach den sehr geringen Abweichungen zu urtheilen, am Schluss der Berliner Beobachtungsreihe, konnte man erwarten, dass die Wiederauffindung des Planeten zu Anfang des nächsten Jahres durch den Fehler der Elemente nicht wesentlich erschwert werden würde. Die Rechnungen für den Lauf des Planeten im nächsten Jahre, einschliesslich der Jupiterstörungen, waren voll-

Digitized by Google

endet, als mir ganz neuerdings aus den Monthly Notices of the R. Astr. Soc. bekannt wurde, Herr Challis habe mit dem grossen Teleskop der Cambridger Sternwarte die Hygiea fast einen Monat länger verfolgt, als alle anderen Beobachter. Diese englischen Beobachtungen zeigen im Juli einen Fehler der Elemente II deutlich an, und eine neue Verbesserung war nun um so nothwendiger, als Hygiea im Anfange 1850 kaum eilfter Grösse sein wird und also eine sehr genaue Vorherbestimmung des Ortes erfordert, um eine Wiederauffindung überhaupt möglich zu machen. Die hier folgenden Bahnbestimmungen III und IV sind von Herrn Hensel aus Camenz gemacht worden, der sich seit anderthalb Jahren mit grossem Eifer an den Beobachtungen und Rechnungen bei der Sternwarte betheiligt.

III.		IV.	
Mittl. Länge	202° 33′ 28″,29	198° 7′ 43″,96	M. A. 1849,0.
Perihellänge	237 16 24, 52	226 13 46, 75	
Länge des Knotens	286 57 26, 36	287 44 59, 59	
Neigung	3 47 46, 94	3 47 5, 64	
Excentricitätswinkel	7 46 59, 09	5 27 54, 77	
Log. d. h. gr. Axe .	0,5084579	0,4956978	

Die letzte Bestimmung IV stellt sechs Normalörter, auf meinen früheren Rechnungen beruhend, fast vollkommen dar und schliesst sich zugleich an die späten englischen Beobachtungen so befriedigend an, dass man sie als das vorliegende Material erschöpfend ansehen kann. Einen sicheren Anhalt zu weiterer Ausfeilung der Bahn wird man gewinnen, sobald die Wiederauffindung des Planeten am Morgenhimmel gelungen ist. Nach dieser neuesten und sichersten Bestimmung wird eine zweite Ephemeride in den Astr. Nachr. veröffentlicht werden, welche nicht unbeträchtlich von derjenigen Vorausberechnung für den neuen Planeten abweicht, die ich auf das zweite System vorher gegründet hatte, und die im Berliner Astr. Jahrbuch für 1852 mitgetheilt ist.

Marchand, *vorläufige Mittheilung aus einer Untersuchung: Ueber das Leuchten des Phosphors.*

Ueber die Ursache des Leuchtens des Phosphors herrschen zwei entschieden gegenüberstehende Ansichten: man schreibt die Erscheinung entweder einer Oxydation des Phosphors ode

Digitized by Google

des Dampfes desselben zu, oder man erklärt sie als eine Folge der Verdampfung und einer dadurch bewirkten Molecularveränderung. Diese Ansicht ist es, welche Berzelius ausgesprochen hat,*) und der ein grosser Theil der Chemiker sich anschliesst. Die erstere, dass das Leuchten nur Folge der Oxydation sei, wird dagegen gleichfalls von einer nicht geringen Anzahl von Gelehrten gehegt; vorzugsweise ist es Fischer in Breslau, welcher zuletzt Versuche angestellt hat, die ihn zu dem Schlusse führten, dass die Ursache des Leuchtens stets durch Einwirkung von Sauerstoff, also eine geringe Verbrennung herbeigeführt werde.**)

Fischer fand namentlich, dass der Phosphor im Torricelli'schen Vacuum nicht leuchte, selbst nicht, wenn er darin bis zum Kochen erhitzt werde, dass er in Wasserstoff, Stickstoff, Kohlenoxyd, Kohlensäure, Stickoxydul und Cyangas leuchte, wogegen schweflige Säuren und Stickoxyd das Leuchten verhindern. Dies Leuchten verschwand, wenigstens in Wasserstoffgas, wenn in diesem einige Kaliumkugeln, sorgfältig von Steinöl befreit, aufbewahrt worden waren, so dass jede Spur von eingemengtem Sauerstoff fortgenommen sein musste.

Fischer meint daher, wenn andere Gasarten als solche, die freien Sauerstoff eingemengt enthalten, das Leuchten hervorgebracht haben sollen, dies nur in Folge einer Ungenauigkeit des Experimentators gewesen sein konnte.

Die Versuche, welche ich hierüber angestellt habe, führten mich zu dem entgegengesetzten Resultate, erklärten aber zugleich dasjenige, zu dem Fischer und die Chemiker gelangten, welche seine Ansicht theilen.

Ich habe gefunden, dass der Phosphor in allen Gasarten leuchtet; eben so in den Dämpfen, und dass dies nur dann nicht zu Stande kommt, wenn es durch die etwa entstehende Verbindung des Phosphors mit den Bestandtheilen der Atmosphäre, in der das Leuchten stattfindet, verhindert wird. In manchen Gasen und Dämpfen kann die Temperatur sehr niedrig sein, in anderen muss sie den Siedepunkt des Phosphors übersteigen.

Das Leuchten entsteht durch die Verdampfung des Phosphors und einer wahrscheinlich dabei stattfindenden oder vorangehenden Molecularveränderung; es ist verschieden von dem Leuchten

*) Lehrbuch, 5. Aufl. Bd. 1. 195. ff.

**) Erdmann und Marchand, Journ. für prakt. Chemie. XXXV. 342. XXXIX. 48.

Digitized by Google

bei der Oxydation, und beide können getrennt von einander hervorgerufen werden. Das Leuchten dauert so lange, als der Phosphor noch in geringster Menge verdampfen kann, und bei so niedriger Temperatur, bis er alle Tension verloren hat. Dies ist noch nicht bei — 15° C. der Fall. Ich habe keinen Stoff gefunden, welcher diese Erscheinung in völliger Analogie mit dem Phosphor zeigte. Von den Versuchen, welche ich angestellt habe, und durch die ich zu den oben angeführten Schlüssen gelangt bin, will ich nur die vorzüglichsten hier anführen.

Aus einem Wasserstoffentwicklungsapparat, der die Einrichtung einer kolossalen Doebereiner'schen Feuermaschine hat, wurde einige Wochen lang Wasserstoffgas entwickelt, um sicher zu sein, dass alle atmosphärische Luft daraus verdrängt sei; über Quecksilber aufgefangen und mit Voltaischem Knallgas gemischt, zeigte es bei der Detonation nicht die geringste Raumverminderung. Das Gas wurde, der Vorsicht wegen, um jeden zufällig eingetretenen Sauerstoff abzuschliessen, durch eine lange, mit Platinschwamm gefüllte, an einer Stelle bis zum Glühen erhitzte Glasröhre, sodann durch eine mit geschmolzenem Chlorcalcium gefüllte Röhre geleitet; dieses so ausströmende trockne, sauerstofffreie Gas wurde zu allen Wasserstoffversuchen benutzt. Es wurde durch eine Glasröhre, die an der vorderen Seite in eine feine Spitze ausgezogen war, und in der sich ein trocknes Stück Phosphor befand, geleitet. Im Dunkeln leuchtete das Stück Phosphor nicht allein an seiner Oberfläche, sondern es entwickelte auch eine leuchtende Atmosphäre, welche von dem Wasserstoffstrome fortgeführt wurde. Der Versuch, welcher über acht Tage ununterbrochen fortgesetzt wurde, erlitt während dieser Zeit nicht die geringste Veränderung. Das Phosphorstück, vor dem Lichte geschützt, behielt während dieser Zeit seine helle, glasartige Beschaffenheit vollkommen bei.

Als der Strom plötzlich sehr verstärkt wurde, vermehrte sich der Glanz an dem Stück Phosphor; sogleich wurde aber auch die leuchtende Dampfwolke fortgeweht; sie durchstrich die ganze Glasröhre und trat sichtbar aus der Spitze hervor, während das Innere der Röhre so lange dunkel blieb, bis der Gasstrom wieder geschwächt wurde.

Diese Erscheinung ist sehr schwer zu erklären und sie beruht wahrscheinlich darauf, dass zum Eintreten des Leuchtens eine gewisse Anhäufung des Dampfes erfordert wird; man könnte vermuthen, dass der starke Gasstrom vielleicht den Phos-

Digitized by Google

phor so abkühle, indem er die Verdampfung an der Oberfläche steigerte, dass dadurch das Leuchten in Folge der niedrigeren Temperatur aufhöre; indessen fand ich, dass eine ganz ausserordentlich tiefe Temperatur noch nicht im Stande war, das Leuchten zu verhindern. Der Phosphor wurde auf den Boden einer Uförmigen Röhre gelegt und diese in eine Kältemischung von Eis und Kochsalz getaucht. Die Temperatur sank bis auf — 22° C.; dabei war kein Leuchten mehr zu bemerken und wurde erst wieder wahrgenommen, als die Temperatur auf — 15° C. gestiegen war; jetzt leuchtete der Phosphor ganz deutlich Stunden lang im Wasserstoffstrome, obwohl mit geringer Intensität und ohne eine Dampfwolke zu bilden, die wenigstens so deutlich hätte wahrgenommen werden können, wie vorher. Wurde der Strom verstärkt, so wurde der wärmere, aus der Kältemischung herausragende Theil der Glasröhre leuchtend, der Phosphor selbst erlosch, und zwar bei einer geringeren Stromstärke, als bei dem vorigen Versuche, bei etwa + 15 bis + 18° C. Wurde die ausströmende Spitze verschlossen, so sank das Leuchten hinab und das Stück selbst leuchtete von Neuem. Wahrscheinlich kann die Temperatur noch tiefer sinken, ohne dass das Leuchten aufhört.

Ganz dieselben Erscheinungen bietet ein Strom von Kohlensäure dar, wenn derselbe vollkommen frei von Sauerstoff ist. Man muss die Entwicklung, ehe man den Versuch beginnt, so lange fortgesetzt haben, bis etwa 500 C.C. des Gases von ausgekochter Kalilauge ohne den geringsten Rückstand absorbirt werden.

Es ist klar, dass in diesen Fällen keine Oxydation stattfinden konnte. Ein Stückchen Lackmuspapier in den vorderen Theil der Röhre gelegt, durch den der Wasserstoff über den Phosphor strich, blieb vollkommen unverändert.

Diese Versuche sind so leicht anzustellen und sind so überzeugend, dass diejenigen, welche zu anderen Resultaten geführt haben, entweder fehlerhaft angestellt waren, oder durch andere Umstände ein anderes Ergebniss liefern mussten.

Die meisten Chemiker, unter diesen auch Fischer, fanden, dass das Leuchten im Wasserstoff z. B. einige Zeit dauerte, worauf das Licht verlosch; sie schoben es auf eine kleine Menge zurückgebliebenen Sauerstoffs, indem sie glaubten, dass erst, wenn dieser verzehrt sei, das Leuchten aufhöre. Die Ursache des Erlöschens liegt indessen nur darin, dass der abgeschlossene, mit

Digitized by Google

Wasserstoffgas gefüllte Raum sehr bald mit Phosphordampf gesättigt ist, worauf natürlich die Verdampfung aufhört und mit ihr das Licht. Daher leuchtet der Phosphor wirklich im Vacuum eine sehr kurze Zeit, und das Leuchten beginnt von Neuem, so wie das Vacuum, z. B. durch Herausziehen der Barometerröhre aus dem Quecksilber, vergrössert wird. *)

Fischer glaubte durch Kalium dem Wasserstoff den noch beigemischten Sauerstoff entzogen zu haben und fand, dass jetzt kein Leuchten mehr eintrat; hierbei wirkte jedoch ohne Zweifel das Steinöl mit, welches auch bei der sorgfältigsten Behandlung nicht vollkommen von dem Metall, welches darin aufbewahrt wird, getrennt werden kann. Das Steinöl gehört mit zu den Körpern, welche das Leuchten des Phosphors verhindern, wenn ihr Dampf der Atmosphäre beigemengt ist, in der er sich befindet. Diese Stoffe, welche sich sämmtlich durch grosse Flüchtigkeit auszeichnen, verhindern offenbar die Verdampfung des Phosphors durch ihre eigene Tension. Man kann daher diese Erscheinung aufheben, indem man die Tension des Phosphors vermehrt.

Bringt man an das Ende der Röhre, welches dem Wasserstoffapparate zugewendet ist, etwas Baumwolle, benetzt mit Aether, Steinöl, Terpentinöl, Schwefelkohlenstoff u. s. w., und lässt den Strom jetzt über den Phosphor streichen, so leuchtet er nicht im Mindesten mehr. Diese verlöschende Kraft des Aetherdampfs lässt sich am einfachsten zeigen, indem man ein offenes Glas, in dem sich leuchtende Phosphorstücke finden, unter ein Uhrglas, in dem sich Aether befindet, hält; der schwere Aetherdampf sinkt in das Glas und augenblicklich ist das Licht verschwunden. Erhitzt man nun den Phosphor in dem mit Aetherdampf beladenen Wasserstoffstrome, so beginnt er noch lange unter seinem Siedepunkte zu leuchten und die ganze Röhre erfüllt sich mit einem hellen Dampfe, der bläulich flammend aus dem Rohr hervorbricht und bei starker Phosphordampfung sich oft von selbst entzündet. Mit Schwefelkohlenstoff wird die Erscheinung um so schöner, indem langleuchtende Wolken sich fusshoch über der Ausströmungsöffnung erheben und sich in grosser Entfernung anzünden lassen. Alle jene hindernden Stoffe werden also

*) Dies ist auch die Ursache des stärkeren Leuchtens und endlich der leichteren Entzündung des Phosphors im Vacuum, namentlich wenn poröse Stoffe zugegen sind, auf denen der feine vertheilte Dampf sich dann condensirt und sich leicht oxydirt. Vgl. Bache, Poggend. Annal. XXIII. 151.

Digitized by Google

dadurch neutralisirt, dass der Phosphor eine stärkere Tension erhält.

Man kann sogar den Phosphor in reinem Aetherdampfe leuchten lassen. Eine zwei Fuss lange, hinten geschlossene Röhre wird sechs Zoll lang am Ende mit Aether voll gegossen und darauf Baumwolle gekocht, die sich völlig damit durchtränkt. Einige Zoll davon bringt man ein Stück Phosphor und verschliesst die Röhre mit einem Kork mit Ableitungsröhren. Das hintere Ende wird mit heissem Wasser umgeben, welches den Aether in lebhaftes Sieden versetzt. Hat der Aetherdampf alle atmosphärische Luft hinausgetrieben, so mässigt man das Kochen so weit, dass der angezündete ausströmende Aetherdampf eine drei Linien lange Flamme bildet. Sodann erhitzt man den Phosphor sehr schnell zum Kochen und sieht, nach Entfernung der Lampe, ein deutliches, doch schnell vorübergehendes Leuchten des Phosphors.

In einer abgeschlossenen Atmosphäre von Wasserstoff hört das Leuchten in der That sehr bald auf. Ein Stück Phosphor, eingeschmolzen in einer mit reinem Wasserstoff gefüllten Röhre, erlosch bereits nach wenigen Minuten, und das Licht konnte weder wieder hervorgerufen werden durch Abkühlen des einen Endes bis auf — 20° C., auch nicht, indem der Phosphor einer hohen Temperatur ausgesetzt wurde.*) Auch als das eine Ende der Röhre ausgezogen und in Quecksilber getaucht wurde, dass die Gase sich nicht spannen sollten, konnte bei der Erhitzung des Phosphors bis zum Kochen kein Leuchten wahrgenommen werden; er verwandelte sich dabei sehr schnell z. Th. in die rothe Modification, die unbegreiflicher Weise so lange den Chemikern entgangen ist. Eben so sieht man auch bei der gewöhnlichen Destillation des Phosphors in der Retorte kein Leuchten; nur wenn die gebildeten Tropfen in die abgekühlte, keinen oder sehr wenig Phosphordampf enthaltende Vorlage fallen, verbreiten sie auch in einer ganz sauerstofffreien Atmosphäre ein deutliches Licht.

Von diesem Leuchten ist durchaus verschieden das, welches in der Luft stattfindet. Der Glanz des Phosphorstückes ist ein

*) Zuweilen leuchten Flaschen, in denen Phosphor in Wasser aufbewahrt wird, in ihrem oberen leeren Raume scheinbar ohne alle Ursache, indem sich ein heller vorübergehender Lichtschimmer zeigt. Ich habe dies nie in zugeblasenen Flaschen gesehen und es ist ohne Zweifel einem Eindringen von Luft zwischen Flasche und Stöpsel zuzuschreiben.

Digitized by Google

ganz anderer; das Leuchten in der Luft ist, wenigstens bei gewöhnlicher Temperatur, mit einem wirklichen Verbrennen verbunden; dies tritt auch ein, wenn die Gasart, die über dem Phosphor fortstreicht, in die Luft tritt. Dann leuchtet dies Gas noch ein Mal; der Phosphor scheint also zwei Mal zu leuchten. Das erste Mal ist er es wirklich selbst, das zweite Mal ist es sein Dampf, der jetzt mit Flamme, freilich einer sehr schwachen, verbrennt. Hält man in das ausströmende Gas ein Stückchen Lackmuspapier, so wird es schwach roth; es ist eine phosphorhaltige Säure gebildet. Hier erzeugt sich dann auch das Ozon, indem die Reaction zwischen Phosphor und Sauerstoff sich auf den benachbarten Sauerstoff überträgt und ihn in denselben merkwürdigen Zustand versetzt, in den er durch die Einwirkung der Elektricität geräth. Da, wie Schönbein ganz mit Recht anführt, die Reaction des Phosphordampfs auf Arsenikflecke dem Ozon zukommt, so kann man sie in einem mit Phosphordampf beladenen Wasserstoffstrome nicht verschwinden lassen; es ist die Intervention von Sauerstoff dazu nöthig.

Diese doppelte Reaction, die des Vergasens und die der Oxydation, modificirt die Erscheinung in Sauerstoff und Sauerstoff haltenden Gasen. In einem trockenen Sauerstoff leuchtet der Phosphor nicht lange, indem sich eine Kruste von oxydirtem Phosphor bildet, welche die Verdampfung hindert.

Im Strom von Sauerstoff geht das Leuchten länger fort, selbst bei sehr niedriger Temperatur, und ist der Strom sehr stark, so kann es noch bei — 12° C. stattfinden. Hier wirkt auch die Gegenwart von Aetherdampf und ähnlichen Stoffen hemmend; ein starker Strom überwindet jedoch dies Hinderniss; der Phosphor wird dann in diesem leuchtend. Hier, bei dem Sauerstoff, ist das Hinderniss, die Bildung der oxydirten Schicht, aufgehoben durch die stärkere Reaction, die eintreten kann, wenn der Gasstrom das gebildete Oxydationsproduct fortführt, daher bei + 20° der Phosphor im Sauerstoffstrom fast jedes Mal anfängt zu brennen; bei der atmosphärischen Luft ist das Hinderniss vorherrschend, daher der Phosphor auch in einem Strom derselben sehr bald erlischt, wenn die Temperatur unter — 3° sinkt.

Leuchtet der Phosphor bei niedriger Temperatur in der Luft, so ist dies nicht Folge einer Oxydation; der Sauerstoff wird nicht aufgenommen; Phosphordampf mengt sich damit und leuchtet bei seiner Ausdehnung im Vacuum oder durch Zutritt von anderen Gasen, Wasserstoff oder Stickstoff. Die Stoffe, welche dem Phos-

Digitized by Google

phor verwandt oder ähnlich sind, zeigen keine Erscheinung, welche seinem Leuchten ganz identisch wäre. Zwar zeigen sie eine schwache hohe Flamme, welche nicht heiss ist und scheinbar keine Oxydationsproducte bildet; dennoch scheint diese schwache Flamme eine oxydirte zu sein. Sie kommt nur zu Stande in Luft oder Sauerstoff. Schwefel, Arsenik, Selen, Antimon zeigen sie: sie bilden dabei sämmtlich Ozon, ein Zeichen der chemischen Reaction; bei keiner dieser Substanzen habe ich ein Leuchten in Kohlensäure oder Wasserstoffstrom gesehen; möglich dass die Temperatur dabei hätte so hoch sein müssen, dass das Rothglühen der Glasröhre das schwache Licht jener so schwer zu verflüchtigenden Stoffe verdeckte.

A. W. Volkmann, *physiologische Untersuchung über die Abhängigkeit des Pulses der Lymphherzen vom Nervensysteme.*

Ich habe in Müllers Archiv (1844. S. 419) erwiesen, dass die Bewegung der Lymphherzen des Frosches von zwei Punkten des Rückenmarks ausgehe und augenblicklich aufhöre, wenn der Zusammenhang der bezüglichen Organe mittelst Trennung der Nerven aufgehoben werde. Bei diesem Causalverhältniss versteht es sich von selbst, dass die Pulsation auch dann aufhören müsse, wenn das Rückenmark, durch Einführung eines Drahtes in dessen Höhle, zerstört werde; indess lehrte die Erfahrung, dass sich auf diesem Wege keine ganz entscheidenden Resultate gewinnen lassen. Wie nämlich bei Zerquetschung des Rückenmarkes, durch Einführung eines Stilets in den Markkanal, ein Spiel convulsivischer Bewegungen in allen willkührlichen Muskeln erregt wird, welches bisweilen ziemlich lange anhält und die grösste Aehnlichkeit mit den Zuckungen der Hautmuskeln hat, wenn diese dem Luftreize ausgesetzt werden, eben so entsteht bei Zerstörung des Rückenmarks ein flimmerndes Spiel in den Muskelbündeln der Lymphherzen, was um so leichter verkannt und für ein wirkliches Pulsiren genommen werden kann, je weniger augenfällig der Puls so kleiner Organe selbst unter normalen Bedingungen ist. Ueberdies kann die Operation ganz misslingen, es können Theile des Rückenmarks, welches man zerstören will, trotz der Einführung des Drahtes unversehrt bleiben, und die Pulsation kann regelmässig, obschon äusserst geschwächt, fortdauern.

Digitized by Google

Meine Angabe, dass die Bewegung der Lymphherzen ihre unveräusserliche Bedingung im Rückenmarke habe, wurde zuerst von Valentin angegriffen, welcher in seinem Handbuche der Physiologie meine Beobachtungen ausführlich zu widerlegen suchte, aber in einem Carton, den er nachträglich drucken liess, seine Opposition ausdrücklich zurücknahm. Man darf wohl annehmen, dass Valentin diesen Schritt nicht gethan haben würde, wenn er sich nicht von der Richtigkeit meiner Bemerkungen auf das Bestimmteste überzeugt hätte. Gleichwohl hat Eckhard (Zeitschrift für rationelle Medicin, VIII. S. 211) nochmals einen Widerspruch erhoben und behauptet, die Lymphherzen der Frösche pulsirten auch dann fort, wenn man die zu ihnen gehörenden motorischen Nerven durchschnitten hätte. Dies beruht sicherlich auf einem Irrthume. Pulsirten die Lymphherzen nach Durchschneidung gewisser Nerven fort, so kann dies nur daran gelegen haben, dass die rechten Nerven nicht getrennt wurden.

Die Richtigkeit meiner früheren Angaben ergiebt sich aus Versuchen, welche in Bezug auf Genauigkeit nichts zu wünschen übrig lassen. Aus anatomischen Gründen gilt dies vorzugsweise von den Versuchen, welche an den hinteren Lymphherzen angestellt wurden. Bekanntlich liegen diese zu beiden Seiten der äussersten Spitze des Schwanzbeines, welches bei grossen Fröschen beinahe einen Zoll weit über das Ende der Wirbelsäule nach hinten vorspringt. In Folge dieser Einrichtung besteht zwischen dem Rückenmarke und den hinteren Lymphherzen ein sehr ansehnlicher Raum, welcher Gelegenheit giebt, beide durch einen Querschnitt mit der Scheere vollständig zu trennen und somit das Fortbestehen irgend welcher Nervenverbindung geradezu unmöglich zu machen. Diese Operationsmethode ist nicht nur leichter, sondern auch entscheidender, als die früher von mir unternommene Exstirpation der Lymphherzen. Denn da diese so überaus klein sind und mit höchst unbestimmten Grenzen in die benachbarten Gewebe übergehen, so lässt sich eine Exstirpation ohne Verletzung der Organe nicht wohl versprechen, und es bleibt also ein Zweifel übrig, ob das Verschwinden des Pulses nicht vielmehr von einer unmittelbaren Verletzung der Herzen, als von der Trennung der Nerven abhänge. In meiner ersten Untersuchung konnte ich derartige Zweifel nur durch häufige Wiederholung des mühsamen Experimentes beseitigen, gegenwärtig komme ich auf folgende Weise kürzer zum Ziele.

Zuerst wird der Frosch geköpft, um dem Thiere unnöthigen

Digitized by Google

Schmerz zu sparen. Dann werden die hinteren Lymphherzen freigelegt und Brustbein, Vorderglieder, Bauchmuskeln und Eingeweide weggenommen. Nun fasst Derjenige, welcher das Verhalten der Lymphherzen prüfen will, mit jeder Hand einen Hinterschenkel des Frosches und hält das Präparat so, dass er die Pulsation in vortheilhafter Beleuchtung deutlich wahrnimmt. Der Operateur dagegen fasst mit der linken Hand die Wirbelsäule des Thieres und mit der rechten eine starke und scharfe Scheere, welche an der Basis des Schwanzbeines so angesetzt wird, dass mit einem raschen Drucke das Hintertheil mit den beiden Herzen von dem Vordertheile, welches das Rückenmark enthält, vollständig getrennt werden kann. Der Schnitt wird ausgeführt, wenn der Beobachter ein Zeichen giebt, und das Zeichen muss gegeben werden, wenn der Puls sich eben im lebhaftesten und stetigsten Gange befindet.

Bei diesem Operationsverfahren findet man ohne Ausnahme, dass die Lymphherzen sich nach dem Schnitte nicht wieder rühren. Selbst jenes flimmernde Muskelspiel, welches nach Zerstörung des Rückenmarks so häufig vorkommt, und welches allenfalls für ein schwächeres Pulsiren genommen werden könnte, tritt dann nicht ein. Deshalb ist auch der Versuch durchaus unzweideutig.

Nicht ganz so bequem, aber eben so überzeugend ist der Versuch mit den vorderen Lymphherzen, welche an der Spitze der Querfortsätze des dritten Wirbels liegen. Um sichere Resultate zu gewinnen, muss man sehr grosse Frösche benutzen. Es gilt nämlich dies Mal, mit einem Scheerenschnitte die Querfortsätze der drei ersten Wirbel an deren Basis durchzuschneiden und somit eine klaffende Wunde zwischen dem Lymphherzen und der Wirbelsäule hervorzubringen. Ist dieser Schnitt ausgeführt, so steht das Herz der bezüglichen Seite unbedingt still und pulsirt nie wieder.

So weit Eckhards kurze Mittheilungen einen Schluss auf sein Operationsverfahren gestatten, hat er derartige Versuche, welche die vollständige Trennung der zu den Lymphherzen gehenden Nerven garantiren, gar nicht angestellt. Gleichwohl liegt am Tage, dass nur solche Versuche die von mir aufgestellte Lehre widerlegen könnten.

Digitized by Google

Ernst Heinrich Weber, *über die Abhängigkeit der Entstehung der animalischen Muskeln von der der animalischen Nerven, erläutert durch eine von ihm und Eduard Weber untersuchte Missbildung.*

Herr Thierarzt *Schilling* in Zwenkau, dem ich dafür hierdurch meinen Dank ausspreche, übersendete mir im Sommerhalbjahre 1849 ein reifes neugebornes Kalb, dem ein grosser Theil der Wirbelsäule fehlte. Das ganze Thier wog ohne die Baucheingeweide, welche schon herausgenommen waren, 13,600 Gramm. oder 27½ franz. Pfund, Livres; es wogen nämlich

die Vorderbeine	5700 Gramm.
die Hinterbeine mit dem Becken	2580 –
Kopf und Rumpf ohne das Becken	5320 –

die Hinterbeine waren daher ungefähr nur halb so schwer, wie die Vorderbeine. Bei der Zergliederung desselben fanden wir, dass das Gehirn und der in den Halswirbeln liegende Theil des Rückenmarkes nebst ihren Nerven von normaler Grösse und Bildung waren, dass das Rückenmark aber am ersten Brustwirbel aufhörte, so dass der zweite Brustwirbel zwar einen zugespitzten hohlen Fortsatz des Schlauchs der Dura mater, nicht aber der pia mater und keinen Endfaden des Rückenmarkes enthielt und der dritte Brustwirbel gar keinen Rückgratcanal einschloss, sondern als ein solider, unregelmässiger Knochen in die Brusthöhle hineinragte und daselbst mit einem im Mediastinum posticum liegenden, durch ein Band verbundenen, unregelmässigen Knochenstücke locker zusammenhing. Von hieran fehlte die ganze übrige Wirbelsäule und folglich mangelten auch die meisten Brustwirbel, alle Lendenwirbel, das Kreuzbein und die Schwanzwirbel. Es waren nur 8 Halsnerven und 1 Rückennerv vorhanden, alle anderen fehlten, d. h. es fehlten nicht nur, wie in anderen missgebildeten Embryonen, bei welchen das Rückenmark zerstört ist, die Ursprünge der Nerven am Rückenmarke, sondern diese Nerven fehlten auch in den Theilen des Körpers, zu denen sie sich hätten begeben sollen. Das Rückenmark (siehe Fig. 1, wo aber nur die untere Hälfte desselben theils ausgeführt, theils durch Punkte dargestellt worden ist) mass vom Hinterhauptloche bis zu seinem Ende 200 Mm. und war oben 14 Mm., in der Mitte 11 Mm. und unten an der Halsanschwellung 17 Mm. dick. An seinem Ende hatte es

Digitized by Google

eine quere Einschnürung, wodurch ein ovaler, fast kuglicher Anhang entstand, von welchem der mit 1 bezeichnete erste Rückennerv der rechten Seite und einige dünne Wurzeln für den ersten Rückennerv der linken Seite, der beträchtlich dünner als der rechte war, entsprangen. Ein von der pia Mater oder vom Rükkenmarke selbst gebildeter unpaarer Endfaden wurde, wie gesagt, nicht aufgefunden, denn der Fig. 1. b. dargestellte Endfaden ist nicht eine Fortsetzung der pia Mater, sondern der dura Mater. Der Kopf und der Hals, d. h. die Theile, zu welchen sich die völlig regelmässigen Gehirnnerven und die vollkommen ausgebildeten 8 Halsnerven begaben, waren von der Grösse, wie sie bei einem reifen Kalbe zu sein pflegen, und alle Theile, namentlich auch die Augen, Ohren, Nase, Maul, Zunge, Kehlkopf und die Muskeln, waren daselbst vollkommen gebildet.

Die Vorderbeine nebst Schulterblättern hatten auch die Grösse, welche ihnen beim neugebornen Kalbe zukommt, und ihre Theile, namentlich auch die Gelenke und Muskeln, waren regelmässig gebildet, mit der einzigen Ausnahme, dass die nach dem Rücken gekehrten Ränder der Schulterblätter in der Nähe ihres hinteren Winkels durch Knorpelsubstanz unter einander continuirlich zusammenhingen, welche einen über die Mittellinie hinweggehenden Gürtel bildete, der links 55 Mm., rechts 25 Mm. breit war. Dieser Knorpelgürtel lag da, wo die Brustwirbel nicht entstanden waren. Auch waren die unteren Theile derjenigen Muskeln der vorderen Extremitäten, welche von den unteren Rippen zu entspringen pflegen, die hier nicht gebildet waren, namentlich des Latissimus dorsi und Serratus anticus major unvollkommen entstanden.

Die Brust hatte ein ziemlich ausgebildetes Brustbein, das aus Knochenstücken bestand, zwischen welchen die Rippenknorpel der 7 obersten Rippenpaare angewachsen waren. Am unteren Ende fehlte auch der Processus xiphoideus nicht.

Da nun aber mit Ausnahme des obersten Brustwirbels und des Rudiments des zweiten und dritten Brustwirbels alle anderen Brustwirbel mangelten, so wurde die Brusthöhle hinten nur von den mit diesen 3 Wirbeln verbundenen 3 obersten Rippenpaaren und von der vierten Rippe der linken Seite, die auch noch an dem Rudimente der Wirbel angewachsen war, weiter unten aber von einer sehnigen Haut verschlossen.

Die sehnige Haut wurde unten von einem über die Mitte des Rükkens quer hinweggehenden Knochengürtel gestützt, welcher sich

Digitized by Google

auf der rechten Seite theilte und die achte und neunte Rippe bildete, auf der linken Seite sich dann aber in die neunte Rippe fortsetzte. Diese Rippen hingen daher weder mit der Wirbelsäule noch mit dem Brustbeine zusammen. Die achte Rippe der linken Seite war vorn mit der siebenten verwachsen.

In der Brusthöhle lagen das Herz, die beiden Lungen, die grossen Blutgefässstämme, die Speiseröhre und die sehr grosse Thymusdrüse, die hoch am Halse emporragte. Im Mediastinum posticum lag ein unregelmässiges Knochenstück, das durch ein Band mit dem Rudimente des dritten Brustwirbels verbunden war. An diesem Knochenstücke entsprangen das Ende des Longus colli und einige hintere Bündel des Zwerchfells.

Das Zwerchfell war ziemlich gut gebildet. Das Herz hatte zahlreiche Nerven und die Stämme der Nervi phrenici und vagi waren vollständig da. Auch die Stämme des Nervus sympathicus wurden vom Halse bis in den Anfang der Brusthöhle verfolgt.

Der Bauch war ein Sack, der unten an den Beckenknochen angewachsen war und dessen Wände aus der Bauchhaut, aus einer fibrösen Haut und aus dem vollständig entwickelten und behaarten Felle bestanden.

An dem Becken waren die Hinterbeine unbeweglich eingelenkt, die zwar fast ihre natürliche Länge hatten, aber viel dünner und leichter waren, als sie hätten sein sollen. Da das Kreuzbein zwischen den beiden Beckenknochen fehlte, so hatten die letzteren sich einander sehr genähert und waren mit ihrem oberen und vorderen Ende unter einander verwachsen; unten hingen sie durch die Symphysis ossium pubis unter einander zusammen. Die von ihnen umschlossene Beckenhöhle war sehr eng.

Das Becken, der Oberschenkel, der Unterschenkel, der Fuss und die Zehen waren unbeweglich mit einander verbunden. Im Pfannengelenke des Beckens war eine Synovialhaut wahrzunehmen. Im Kniegelenke war keine Höhle und keine Synovialhaut da. Die Kniescheibe war am Oberschenkel angewachsen und bildete daselbst einen knorpligen Hügel.

Mangel der animalischen Muskeln in den Theilen, in welchen die animalischen Nerven fehlten.

Sehr interessant war es, dass am Becken, an den Hinterbeinen und an dem unteren Theile des Bauchs, obwohl der Pelz re-

Digitized by Google

gelmässig gebildet und die Hufe entwickelt waren, auch die Knochen so ziemlich ihre gewöhnliche Länge und Dicke hatten, und endlich Zellgewebe, Fett, Arterien, Venen und Lymphdrüsen vorhanden waren, dennoch Nerven und animalische Muskelfasern ganz fehlten. Die Sehnen einiger Muskeln wurden präparirt, z. B. die Achillessehne und die Sehne der Streckmuskeln der Zehen. Sie gingen von den Knochen aus, denen die Muskeln angehören sollten. Auf der anderen Seite endigten sie sich aber in sehnige Häute. Aber an der Stelle der Muskellammellen, welche sich an die sehnigen Häute ansetzen sollten, waren Fettlammellen vorhanden. Vergebens suchte man in der Nähe der Arterien und Venenstämme nach den sie begleitenden animalischen Nerven, die auch anderwärts nicht gefunden wurden. Da die Haarbälge und Hautwärzchen Tastorgane sind und es kaum glaublich war, dass sie sich regelmässig bilden könnten, wenn keine Tastnerven entständen, so wurden aus der Haut eines Hinterbeins und aus der eines vollkommen entwickelten Vorderbeins dünne Lammellen mit dem Doppelmesser ausgeschnitten und unter dem Mikroskope verglichen. Auf diese Weise wurden die Haarwurzeln, Haarbälge, Haardrüsen und die sogenannten Schweissdrüsen sichtbar; das Zellgewebe bestand aus sehr langen verästelten Bündeln sehr geschlängelter Zellgewebfäden, Nervenfäden aber entdeckte man nirgends. Ob die Hautwärzchen ganz so gebildet waren, wie im natürlichen Zustande, wagten wir nicht zu entscheiden. Der Pelz war dicht behaart, weiss, mit schwarzen Flecken versehen, die Hufe waren regelmässig. Dass, während die Blutgefässstämme in den Hinterbeinen entwickelt waren und daselbst sogar Lymphdrüsen und also auch Lymphgefässe gefunden wurden, die neben diesen Blutgefässen sich verbreitenden animalischen Nerven ganz fehlten, und dass die Sehnen der Muskeln existirten, die Muskelfasern dagegen, welche den Raum zwischen ihnen ausfüllen sollten, fehlten, ist eine Erscheinung, die in hohem Grade die Aufmerksamkeit der Physiologen verdient.

Verhalten der animalischen Muskeln an der Grenze des mit Nerven versehenen und des nervenlosen Theiles des Körpers.

Der untere Theil der Bauchwände hatte, wie gesagt, keine animalischen Muskeln und keine animalischen Nerven. Am oberen Theile derselben lagen die untersten Portionen des Latissimus dorsi und Serratus anticus major. Die beginnende Fäulniss verhinderte es,

Digitized by Google

die Verbreitung der letzten Nervenpaare genau zu verfolgen. Es liess sich zwar nicht darthun, dass der Latissimus dorsi und der Serratus anticus major auch da mit animalischen Nerven versehen gewesen wären, wo ihr unterster Theil an der sehnigen Haut angewachsen war, welche den Bauch umgab; indessen liess sich das vermuthen, weil bekanntlich die Nerven dieser Muskelportionen von den Halsnerven entspringen, die hier sehr gut ausgebildet waren. Die Nervi phrenici wurden dagegen zu dem sehr wohl ausgebildeten Zwerchfelle hin verfolgt. Auch sie entspringen bekanntlich von den Halsnerven.

Wünschenswerth wäre es gewesen, wir hätten nachweisen können, dass die zwischen mehreren Rippen gelegenen Intercostalmuskeln und der Triangularis sterni, welche allerdings vorhanden waren, Nerven bekommen hätten, und woher dieselben gekommen wären, denn man sah zwar nicht überall, aber an einzelnen Stellen zwischen den Rippen Intercostalmuskeln, namentlich sogar noch zwischen einigen tieferen Rippen, z. B. zwischen der siebenten und achten Rippe der linken Seite, und in dem Zwischenraume zwischen der vierten bis siebenten Rippe lag der ziemlich gut entwickelte Triangularis sterni. Es wurde aber unter den hier stattfindenden ungünstigen Verhältnissen kein Versuch zu ihrer Auffindung und Verfolgung gemacht.

Bauchmuskeln und Rückenmuskeln wurden in der Gegend, wo die Wirbelsäule, das Rückenmark und die Nerven fehlten, nicht gefunden.

Unterleiborgane und organische Muskeln an derselben.

Da diese Organe, um die Fäulniss abzuwehren, herausgenommen worden waren, ehe das Thier uns übergeben wurde, so konnten wir nur constatiren, dass die Speiseröhre, begleitet von den Nervis vagis, durch das Ostium oesophageum des Zwerchfells ging und daselbst abgeschnitten und dass ein Stück des Mastdarms, welches sich am After mündete, zurückgelassen worden war. An der Wand dieses Darmstücks erkannte man, dass eine Schleimhaut und dass röthliche organische Muskelfasern vorhanden waren. Dagegen vermissten wir jede Spur äusserer oder innerer Geschlechtstheile.

Digitized by Google

Betrachtungen.

Ursprüngliche Bildungsfehler sind sehr selten. Hierher gehören die durch Bastarderzeugung entstehenden Modificationen der Bildung. Schon bei der umgekehrten Lage der Eingeweide des Menschen, vermöge welcher das Herz rechts, die Leber links, Milz und Magen rechts, das Coecum links liegt und überhaupt alle Organe so liegen, wie im Spiegelbilde eines gesunden Menschen, kann man daran zweifeln, ob sie für einen ursprünglichen Bildungsfehler zu halten seien. So lange man noch mit der Annahme ausreicht, dass eine äussere Ursache eine Abweichung von der Bildung hervorgebracht habe, muss man bei der zu gebenden Erklärung nicht noch weiter zurückgehen und sich dadurch den Weg zu einer näheren Erörterung der Zeit, zu welcher die Missbildung, und der Umstände, unter welchen sie entstanden ist, nicht abschneiden. Ich halte daher die von mir beschriebene Missbildung nicht für eine ursprüngliche und zwar aus dem Grunde, weil das Ende des Rückenmarks und der Wirbelsäule Spuren der Einwirkung einer äusseren, die Entwicklung störenden Ursache an sich trug. Hätte das kurze Rückenmark ausser der Halsanschwellung auch eine Lendenanschwellung gehabt und hätte es sich zuletzt zugespitzt geendigt, wäre es so verkürzt gewesen, dass seine verschiedenen Abtheilungen die passende Proportion zu einander gehabt hätten, und hätte sich die Wirbelsäule eben so verhalten, so dass alle Abtheilungen derselben im Kleinen vorhanden gewesen wären, so hätte man daran denken können, dass ein ursprünglicher Bildungsfehler vorliege. Da aber das Rückenmark sich in eine durch eine Einschnürung abgesonderte rundliche Masse endigte, von welcher hauptsächlich der 1te Rückennerv der rechten Seite entsprang; da dieser Nerv viel dicker war als der der linken Seite, da also die rundliche Masse mehr der rechten als der linken Seitenhälfte des Rückenmarks anzugehören schien, und da auch die Wirbelsäule in unregelmässigen Knochenstücken endigte, so ist es wahrscheinlich, dass zufällige äussere Ursachen die regelmässige Bildung des Rückenmarks und der Wirbelsäule gestört haben.

Die die Entwicklung störende zufällige Ursache scheint zu einer Zeit eingewirkt zu haben, als die erste Anlage des Rückenmarks und der Wirbel aus dem Bildungsstoffe des Keims entstand, und als die Rückenmarknerven noch nicht gebildet waren.

Digitized by Google

Es ist nicht anzunehmen, dass die störende Ursache auf den Bildungsstoff, aus welchem sich die einzelnen Rückenmarknerven und ihre Hauptäste und kleineren Zweige gebildet haben würden, unmittelbar eingewirkt habe, denn dann würde sie auch die Entstehung der daneben liegenden Blutgefässe gehindert haben, sondern dass die Bildung der Nerven nicht habe erfolgen können, weil die Anlage des Rückenmarks in ihrer Bildung unterbrochen wurde. Der vorliegende Bildungsfehler bestätigt daher die Vermuthung, dass das Rückenmark und die Rückenmarknerven nicht völlig gleichzeitig entstehen, sondern dass die letzteren sich successive von ihren Wurzeln aus bilden. Die erste Bildung der Rückenmarknerven geschieht unstreitig in einer gewissen Abhängigkeit von den schon gebildeten Theilen des Rückenmarks und unterbleibt an den Orten, wo dieses sich nicht bildet. Sind aber die Rückenmarknerven gebildet, so ist bei Embryonen zu ihrer Ernährung und zu ihrem Wachsthume der Einfluss des Rückenmarks nicht mehr nöthig. Dieses sieht man aus dem Falle, wo das Gehirn und Rückenmark gänzlich zerstört sind und dennoch die Nerven bis an ihre Wurzeln sehr ausgebildet und gut ernährt gefunden werden. Ein von mir beobachtetes Beispiel dieser Art werde ich nachher mittheilen. In demselben wurde das schon gebildete Gehirn und Rückenmark unstreitig durch Wassersucht wieder zerstört; die Ursache, welche diese letztere Missbildung hervorbrachte, wirkte in einer viel späteren Periode des jungen Lebens. In dem Falle dagegen, welcher der Hauptgegenstand dieser Mittheilung ist, war das Rückenmark noch nicht gebildet und wurde daher auch nicht wieder zerstört, sondern die nachtheilige Einwirkung geschah unstreitig, als die erste Anlage des Rückenmarks aus dem Bildungsstoffe entstand, und wirkte auf einen Theil dieser Anlage so ein, dass die Bildung des Rückenmarks theilweise nicht erfolgen konnte.

Die hervorragendste Erscheinung an dem missgebildeten Kalbe war nun aber die, dass sich zwar die Sehnen, aber nicht die Fleischfasern derjenigen animalischen Muskeln gebildet hatten, deren Nerven nicht entstanden waren. Auch dieser Mangel kann nicht für die Wirkung einer die Bildung hindernden Ursache gehalten werden, welche unmittelbar auf den Bildungsstoff eingewirkt hätte, aus dem sich die Muskelfasern hätten bilden sollen, weil dann auch zugleich die benachbarten Blutgefässe würden gehindert gewesen sein, sich zu entwickeln. So wie die Nichtbildung der Nerven von der verhinderten Bildung des Rücken-

Digitized by Google

marks, so hat offenbar die Nichtbildung der Fleischfasern von der verhinderten Bildung der animalischen Muskelnerven abgehangen. Diese Nichtbildung scheint aber nicht so erklärt werden zu können, dass bei mangelnden Nerven der Bildungsplan nach dem Principe der Zweckmässigkeit abgeändert worden und die Bildung der Muskelfasern aufgegeben worden sei, die nun ohne die Nerven keine Wirkung hätten hervorbringen können, denn dann würde wohl auch die Bildung der Sehnen der Muskeln nicht erfolgt sein.

Man kann sich vielleicht die Abhängigkeit der Bildung der Fleischfasern von der der Nerven in der Art denken, wie die der Bildung der Augen von der des Sehnerven. Wird der Sehnerv gehindert, aus dem Gehirne hervorzuwachsen, so bilden sich beide Augen nicht, weil der Sehnerv die erste Grundlage ist, auf welcher der Bau des Auges ausgeführt wird. Wird der Anfangs einfache Sehnerv gehindert, sich in zwei Theile zu theilen, so entsteht nur ein einziges in der Mittellinie gelegenes Auge. Theilt sich derselbe spät und unvollkommen in zwei Abtheilungen, so entsteht ein Auge, das aus zwei unter einander verschmolzenen Augen besteht. Jedenfalls ist die Abhängigkeit der Bildung der animalischen Fleischfasern von der der animalischen Nerven wichtig für die Lehre von der Irritabilität. Da die Bildung der Haut und ihrer Organe, der Haarbälge, Hautsalbedrüsen und Schweissdrüsen, da die der Blutgefässe und Lymphgefässe, der Knochen, Knorpel, Sehnen, Synovialhäute, des Zellgewebes und Fettes nicht durch den Mangel der animalischen Nerven verhindert wird, so muss man schliessen, dass die animalischen Muskelnerven in einem viel genaueren und engeren Zusammenhange mit den animalischen Muskelfasern stehen, als die animalischen Nerven mit jenen anderen Theilen sich befinden. Man sieht, dass die Fleischfasern Theile sind, die sich keineswegs unabhängig von den Nerven bilden können, und muss daher einen solchen Zusammenhang der Verrichtungen dieser beiden Classen von Organen vermuthen, vermöge dessen die Fleischfasern nicht unabhängig von den Nerven wirken können.

Aus der beschriebenen Missbildung ersieht man ferner:

dass die Bildung der Knochen des Beckens und der Hinterbeine und eben so die Bildung des Brustbeins und der Rippen nicht so abhängig ist von der Bildung der Wirbel, als die Bildung der Nerven von der des Rückenmarks, dass diese Knochen vielmehr unabhängig von einander entstehen können.

Digitized by Google

Ferner macht diese Untersuchung wahrscheinlich, dass die Geflechte der sympathischen Nerven, welche sich in der Substanz der Organe und an ihren Blutgefässen befinden, unabhängig von den in demselben Abschnitte des Körpers liegenden Spinalnerven entstehen, denn sonst würden sich in dem vorliegenden Falle die Organe des Unterleibs und ihre Muskeln und Nerven nicht haben bilden können.

Dass die organischen Verrichtungen ungestört fortdauern können, nachdem das Gehirn und Rückenmark durch Krankheit völlig zerstört worden ist, lehrt folgende Beobachtung.

Beobachtung eines wohlgenährten menschlichen 11 Par. Zoll langen Embryo, dessen Gehirn und Rückenmark gänzlich fehlten, während die Nerven bis an ihre Wurzeln vorhanden, die Muskeln ausgebildet und der Embryo bis zur Geburt vollkommen ernährt worden war.

Im December 1846 erhielt ich von meinem hochgeschätzten Freunde und Collegen Herrn Dr. Neumann in Grimma einen soeben gebornen menschlichen Embryo, welcher vom Scheitel bis zur Ferse 300 Mm., d. h. nahe 11 Par. Zoll lang war und 1128 Grammes, d. h. nahe 2⅓ franz. Pfunde wog. Es fehlten dem Schädel die knöcherne Decke und der Wirbelsäule die Bogen. Es war also Hemicephalie mit dem höchsten Grade der Spina bifida verbunden.

Das Gehirn und Rückenmark fehlten. An der Stelle derselben bedeckte die Basis cranii und die Oberfläche, welche die Wirbelkörper dem Rückgratcanale zukehren, eine rothe, sehr gefässreiche Membran, in welcher sich die Wurzeln der Gehirn- und Rückenmarknerven darstellen liessen. Die Nervenwurzeln beider Seiten hingen in der Mittellinie nicht unter einander zusammen. Sogar unter der Lupe und dem Mikroskope liess sich kein Zusammenhang beider Reihen von Nervenwurzeln entdecken, eine einzige Stelle am Halse ausgenommen, wo bei Anwendung von Vergrösserungsgläsern sich einige Fäden von beiden Seiten her in der Mittellinie zu vereinigen schienen. Das Rückenmark, die Medulla oblongata, das grosse und das kleine Gehirn fehlten also gänzlich und es waren dafür nur die Wurzeln der Nerven vorhanden. Dessen ungeachtet waren die quergestreiften Muskeln und Nerven wohl ausgebildet. Der Nervus cruralis war

Digitized by Google

z. B. am Ligamentum Poupartii 3 Mm. breit und 2 Mm. dick, der Nervus phrenicus der rechten Seite war 1 Mm. dick, der Nervus vagus dexter war sehr gross, nämlich 2 Mm. breit, der Stamm des Nervus sympathicus in der Mitte der Brusthöhe, zwischen 2 Ganglien, mass 1 Mm. Die Augen, Ohren und die anderen Organe waren gehörig entwickelt. Der Embryo hatte bis zur Geburt gelebt und war sehr vollkommen ernährt worden. Alle Blutgefässe enthielten frisches Blut in gehöriger Menge und die Blutkörperchen hatten noch ihre Gestalt und ihr frisches Ansehn.

Alessandrini's Beobachtungen des Mangels eines Stücks des Rückenmarks, der von demselben entspringenden Nerven und der animalischen Muskeln, welchen diese Nerven angehört haben würden.

Es fragt sich nun aber, ob von Andern ähnliche Fälle beobachtet worden sind, ob der Mangel der Bildung eines Stücks des Rückenmarks immer von den nämlichen Wirkungen begleitet sei, und ob namentlich immer dabei der Mangel animalischer Muskelfasern in den Theilen beobachtet worden sei, in welchen sich keine animalischen Nerven gebildet hatten.

In der That finden sich zwei vortreffliche Beobachtungen von *Alessandrini*, Professor in Bologna; die eine an einem Kalbe in *Annali di Storia naturale*; Bologna 1829. T. II. p. 27; die andere an einem Schweine in *Novi commentarii academiae scientiarum instituti Bononiensis* T. III. Bononiae 1839. 4. p. 177. *An quinam nervi conferant ad evolutionem et incrementum systematis muscularis* (commentatio acadaemiae tradita 1834).

Da diese Quellen Vielen nicht zugänglich sein dürften und ich auser diesen Beobachtungen keine anderen dieser Art kenne, so will ich alles Wesentliche aus denselben mittheilen.

Erste Beobachtung von Alessandrini.

Dem neugebornen Kalbe fehlte nicht nur ein Theil der Medulla spinalis, wie das öfter als Wirkung der Wassersucht beobachtet wird, sondern auch die aus den Wirbeln bestehende knöcherne Kapsel und die Meningen, in welchen der fehlende Theil des Rückenmarks eingeschlossen gewesen sein würde, wenn er gebildet worden wäre. *Alessandrini* schliesst daraus, dass der fehlende Theil des Rückenmarks nicht erst nach der

Digitized by Google

Entwicklung des Embryo vernichtet worden sei, sondern dass er schon in dem ersten Rudimente des Rückenmarks nicht existirt habe. Die Wirbelsäule endigte sich nämlich am 10ten Rückenwirbel und ging daselbst in ein einfaches, nicht sehr starkes Band über, wodurch sie mit den Beckenknochen verbunden wurde, die davon ungefähr in demselben Abstande wie gewöhnlich lagen. Es fehlten also mehrere Rückenwirbel, alle Lendenwirbel, das Kreuzbein und der Schwanz. Der vorhandene Theil des Rückenmarks war natürlich gebildet; mit ihm standen 18 Nervenpaare, nämlich 8 Halsnervenpaare und 10 Rückennervenpaare in Verbindung. Was aber *Alessandrini* am meisten in Erstaunen setzte und was, wie er glaubt, vor ihm Niemand bemerkt hat, war, dass in allen Theilen, zu welchen keine Rückenmarknerven gelangten, auch die willkührlichen Muskeln ganz fehlten. Am hinteren Theile des Kalbes von seiner Mitte an war keine Spur einer Muskelfaser zu finden, sondern nur Theile, die aus Zellgewebe bestanden, nämlich das Fell ein dicker Panniculus adiposus, aponeurotische Ausbreitungen, Knochengewebe, Bandgewebe und Blutgefässe. Weil das Muskelgewebe fehlte, war der Umfang der Theile kleiner. Alessandrini war erfreut zu sehen, dass am Bauche nur diejenigen Portionen der Muskeln sichtbar waren und roth gefunden wurden, welche noch von den Rückgratnerven Fäden erhielten, und dass an den Stellen, wo die Nerven fehlten, die Muskeln sogleich verschwanden. Beinahe der ganze Bauch wurde von einem aponeurotischen Zellgewebe umschlossen.

Die Eingeweide der Brust und des Unterleibs boten nichts Bemerkenswerthes dar, den Uterus ausgenommen, dessen Hörner in viele Zellen abgetheilt und angeschwollen waren. Auch die Aorta und die untere Hohlvene mit ihren grossen Aesten waren ziemlich normal.

Anders verhielt sich's aber mit dem Nervus sympathicus. Die Grenzstränge desselben hörten nämlich da auf, wo es keine Spinalnerven mehr gab. Das Zwerchfell reichte nicht so tief herab als gewöhnlich, weil die zwei letzten Rippen und die ihnen entsprechenden Wirbel fehlten. Der sympathische Nerv aber bestand hier nur aus den Stämmen der sogenannten Nervi splanchnici, die viel dicker waren als gewöhnlich. Sie gingen an der Aorta abdominalis herab, bildeten den aus vielen Ganglien bestehenden, hier ausserordentlich grossen Plexus solaris. Die von da ausgehenden Geflechte und Ganglien waren auch ungewöhnlich gross. Von einem grossen Ganglion des Plexus me-

Digitized by Google

sentericus gingen 2 ausgezeichnete Aeste aus, die den übrigen Theil der Aorta abdominalis in geschlängeltem Laufe begleiteten, sich unter einander vielfach verbanden und neue Netze bildeten, denen Ganglien eingestreuet waren. Aus diesen Geflechten gelangten Aeste zu den von der Aorta abdominalis abgehenden grossen Arterien, die sie dann weiter begleiteten. *Alessandrini* konnte sie an der Iliaca communis und bis auf die Arteria iliaca externa und interna verfolgen. Diese ungewöhnliche Verbreitung der Nerven ersetzte vielleicht den Mangel der Grenzstränge des Nervus sympathicus, die da fehlten, wo es keine Spinalnerven gab. *Alessandrini* vermuthete, dass sich die Fäden des sympathischen Nerven zu den Theilen verbreitet haben, welche der animalischen Nerven beraubt waren.

Zweite Beobachtung von Alessandrini.

Bei dem missgebildeten neugebornen reifen Schweine, welches zugleich mit mehreren regelmässig gebildeten geboren worden war, waren die Eingeweide der Brust und Unterleibshöhle entfernt worden, ehe *Alessandrini* dasselbe erhielt.

Der vordere Theil der Medulla spinalis war regelmässig gebildet, hatte am unteren Theile des Halses die gewöhnliche Halsanschwellung, endigte aber dann vom 2ten bis zum 5ten Rückenwirbel in einem Markkegel, dessen abgerundetes Ende dicht unter dem Ursprunge des 13ten Spinalnerven lag. Es waren 7 Halswirbel und 6 Rückenwirbel vorhanden. Vom 6ten Rückenwirbel an hatten die Wirbel keinen Canalis spinalis mehr. Das 7te, 8te und 9te Rippenpaar (das letzte unter allen) hatten keine Wirbel zwischen sich, sondern bildeten über die Mittellinie hinweg 3 knöcherne Bogen, wodurch diese Rippen der rechten Seite mit denen der linken zusammenhingen. Vielleicht waren 3 Tubercula, die in der Mitte dieser 3 Bogen lagen, als die Rudimente des 7ten, 8ten und 9ten Rückenwirbels anzusehen. Während nun die übrigen Rückenwirbel, die Lendenwirbel und die Kreuzwirbel fehlten, begann wieder zwischen den Sitzbeinen der Schwanz, und in dem Canale der vier ersten Wirbel desselben lag eine kleine isolirte Abtheilung des Rückenmarks als ein zugespitzt endigender Markcylinder, von welchem 4 Schwanznervenpaare entsprangen; und dieser Schwanz war mit Muskeln versehen.

Der Kopf, Hals, der vordere Theil des Thorax und die Brustglieder waren, den Schädel, das Gehirn und die Augen ausge-

Digitized by Google

nommen, regelmässig gebildet und hatten starke Muskeln. Die Bildung derjenigen Theile aber, auf welche der 4te und 5te Rükkennerv ihren Einfluss äusserten, die in diesem Falle ausserordentlich dünn waren, und derjenigen, zu welchen die zwei letzten sehr unvollkommenen Brustnerven gingen, war gestört. Das ganze System der willkührlichen Muskeln, welche dem hinteren Theile des Rumpfs und den Hinterbeinen angehören, fehlte, und zugleich fehlten auch die Nerven.

Der hintere Theil des Thorax und der ganze Bauch glichen einer grossen, aus sehnigen Häuten gebildeten, an den Ossibus innominatis angewachsenen Blase; dagegen fehlten da, wo am Thorax das Rückenmark und dessen knöcherne Kapsel, das Rückgrat, aufhörte, die den Bauch umgebenden Muskelfasern, und es waren nur noch diejenigen Portionen derselben vorhanden, die in ziemlicher Entfernung von der von den letzten Rippen gebildeten Grenze des Thorax entsprangen. Es war daher nur der Anfang des Rectus abdominis und des Obliquus externus vorhanden, der sich in die den Bauch umgebende Aponeurose endigte. Der Obliquus internus und transversus fehlten gänzlich. Der Serratus anticus major und Latissimus dorsi erstreckten sich nur eine kurze Strecke an der Bauchwand herab und gingen auch bald in eine Aponeurose über. Die Stelle der Muskeln nahmen ein übermässig vermehrtes Zellgewebe und die Blutgefässe ein, welche unter den Integumenten lagen. Daselbst wurde durch die genaueste Untersuchung keine deutliche oder unterscheidbare Nervenfaser wahrgenommen. Die Gestalt und Grösse der Hinterbeine hing nicht bloss vom Zellgewebe und von den Blutgefässen, sondern auch von dem Knochengerüste ab. Sie waren kleiner als im natürlichen Zustande, man konnte aber alle Abtheilungen wohl unterscheiden. Alle Gelenke waren aber steif, wahrscheinlich wegen des Mangels der Muskelfasern, denn unter diesen Umständen waren die Gelenke während des Lebens des Fötus niemals in Bewegung gesetzt worden. Mit den Knochen standen starke Aponeurosen, grosse und dichte Bänder, die Knochenhaut und die Gelenkknorpel in Verbindung. Es fand sich aber keine Spur der Nerven.

Beide Beckenknochen waren in der Regio iliaca unter einander verwachsen und hingen also unter einander zusammen, da sie keine Stütze an der Wirbelsäule hatten. Die Integumente hatten am vorderen Theile des Körpers, wo sie mit zahlreichen Nerven versehen waren, und am hinteren, wo diese ganz mangel-

Digitized by Google

ten, dasselbe Ansehn, und man konnte nicht einmal zwischen der die Hautwärzchen bildenden Schicht an beiden Gegenden eine Verschiedenheit wahrnehmen, als man sie genau verglich. Die Hufe waren an den Hinterbeinen regelmässig gebildet. Dass zugleich eine Cyklopenbildung vorhanden war, will ich hier nur andeuten.

Resultate der Vergleichung der drei Beobachtungen.

Die drei mitgetheilten Beobachtungen stimmen auf eine bewundernswürdige Weise überein.

Es war in allen diesen Fällen

1. die Entstehung eines Stücks des Rückenmarks verhindert worden.
2. Es mangelten diejenigen Nerven, die von jenem Stücke, wenn es dagewesen wäre, ihren Ursprung genommen haben würden, und zwar nicht bloss in der nächsten Umgegend des Ortes, wo dieses Stück des Rückenmarks gebildet werden sollte, sondern ganz und gar, so dass ein Theil der Wände des Rumpfs und die Hinterbeine der animalischen Nerven beraubt waren.
3. Es war in den der animalischen Nerven beraubten Theilen keine Spur von animalischen Muskelfasern vorhanden, während doch bei ihnen die Haut mit ihren Hautwärzchen, Haaren und Hufen (nach unseren Untersuchungen ausserdem sogar mit ihren Hautsalbedrüsen und Schweissdrüsen), ferner die Blutgefässe (nach uns auch die Lymphgefässe), Zellgewebe, Knorpel, Knochen, Synovialhäute und Aponeurosen (nach uns ausserdem die Sehnen vieler Muskeln) entwickelt waren.
4. Es fehlten die Wirbel, welche die Kapsel jenes Stücks des Rückenmarks gebildet haben würden, wenn es dagewesen wäre, so wie auch die dura Mater und die pia Mater desselben. Nur in der Nähe des Endes des Rückenmarks kamen noch einige unregelmässige Knochen vor, die man für Rudimente von Wirbeln halten konnte.
5. In allen Fällen schien der Mangel dieses Stücks des Rückenmarks keinen nachtheiligen Einfluss auf die Entwicklung der Brust und Unterleibseingeweide ausgeübt zu haben, mit alleiniger Ausnahme der Geschlechtsorgane, die nach un-

Digitized by Google

serer Beobachtung vermisst wurden, bei *Alessandrini's* Schweine nicht erwähnt sind, aber auf der Abbildung fehlen, bei *Alessandrini's* Kalbe aber wenigstens missgestaltet waren.

6. An den Brust- und Unterleibseingeweiden waren der sympathische Nerv und die organischen Muskelfasern wahrzunehmen.
7. Nach *Alessandrini* fehlten die Grenzstränge des sympathischen Nerven an den Gegenden, wo die Rückenmarknerven sich nicht entwickelt hatten; die Nervi splanchnici aber und die Geflechte und Ganglien, welche an der Aorta und an den Zweigen derselben liegen, waren auf eine auffallende Weise sehr stark entwickelt.
8. Einige Rippen der rechten und linken Seite und der rechte und linke Beckenknochen waren in der Mittellinie des Rükkens unter einander durch Knochen oder Knorpel verwachsen, und dadurch war einigermassen die Verbindung ersetzt, in der sie unter einander im normalen Zustande dadurch gestanden haben würden, dass sie beiderseits mit der Wirbelsäule verbunden gewesen wären. In unserem Falle, wo das Rückenmark schon am ersten Brustwirbel endigte, waren auch die unteren Enden der Schulterblätter auf diese Weise unter einander durch Knorpel verwachsen.
9. Die Gelenke, durch welche die Hinterbeine mit dem Becken und die verschiedenen Abtheilungen der Beine unter einander verbunden sind, waren unbeweglich.
10. Bei dem von *Alessandrini* beobachteten Schweine, wo das Rückenmark dicht unter dem 13ten Spinalnerven endigte, war ein aus Wirbeln bestehender, mit Muskeln versehener Schwanz vorhanden, aber auch in grosser Entfernung von dem Ende des Rückenmarks ein zweites Stück Rückenmark, das in den vier ersten Schwanzwirbeln lag. Hieraus sieht man, dass sich verschiedene Abtheilungen des Rückenmarks bilden können, auch wenn sie nicht mit einander in Zusammenhang stehen, und dass da, wo sich dieses Stück Rückenmark gebildet hatte, auch Nerven und Muskeln mit entstanden waren.
11. Aus diesen Abänderungen der Bildung eines Säugethiers, welche dann wahrgenommen werden, wenn ein Theil des Rückenmarks nicht hat entstehen können, kann man schliessen, dass die Entstehung der Rückenmarknerven von der

Digitized by Google

Entstehung des Rückenmarks, dass ferner die Entstehung der animalischen Muskeln von der Entstehung der zu ihnen gehörenden Rückenmarknerven abhängig ist, dass aber die Bildung der Haut und der zu ihr gehörenden Organe, der Knochen, Knorpel, Sehnen, der Blut- und Lymphgefässe nicht von der Bildung der Rückenmarknerven abhängig ist, und dass eben so wenig die Entstehung der Rippen, der Beckenknochen und der Knochen der Hinterbeine abhängig ist von der Entstehung der Wirbelsäule.

Erklärung der Tafel.

Fig. 1. stellt die untere Hälfte des oben pag. 136 beschriebenen Rückenmarks des neugebornen Kalbes dar. Das untere Ende desselben ist schattirt, der obere Theil ist nur mit Punkten angedeutet, um die Zunahme der Dicke des Rückenmarks von oben nach unten zu zeigen, vermöge deren die Halsanschwellung entstand, an welcher das Rückenmark aufhörte. Nach dem Hinterhauptloche hin wurde das Rückenmark im obersten Viertel wieder etwas dicker.

Bei 7. 7., 8. 8. und 1. 1. sieht man das siebente und achte Halsnervenpaar und das erste Rückennervenpaar entspringen und durch die dura Mater dringen. Die Dicke dieser Nerven ist mit dem Zirkel gemessen und hiernach gezeichnet worden. Der mit 1 bezeichnete erste Rückennerv der rechten Seite entspringt von dem kugligen Anhange, mit welchem das Rückenmark aufhört.

a. b. zeigt die Hälfte des ganzen vorhandenen Rückenmarks, denn die hier fehlende obere Hälfte, die bis zum Hinterhauptloche reichte, war genau eben so lang.

b. ist der kein Rückenmark mehr enthaltende enge Canal, in welchem die dura Mater sich fortsetzte.

E. H. Weber, *Zusätze zu seinen Untersuchungen über den Bau der Leber.*

Im Jahre 1841 machte ich in zwei lateinischen Programmen, welche am 9. Februar und 10. September erschienen, die Resultate meiner Untersuchungen über den Bau der Leber des

Digitized by Google

Menschen bekannt,*) vervollständigte dieselben in den darauf folgenden Jahren noch in drei Programmen und machte die Anatomen durch einen kurzen, in Müllers Archiv der Anatomie und Physiologie 1843 p. 303 abgedruckten Aufsatz auf diese Arbeiten aufmerksam. Die zahlreichen Abbildungen, welche diese Untersuchungen erläutern, habe ich bis jetzt noch nicht veröffentlicht. Da diese Programme an die Leihbibliotheken aller Universitäten Deutschlands versendet worden sind, so wünsche ich, dass man nicht bloss jenen kurzen Aufsatz in Müllers Archiv, sondern auch die Programme selbst beachten möge. Wenn z. B. manche Anatomen Dr. Krukenbergs Abhandlung über denselben Gegenstand, welche in dem nämlichen Hefte von Müllers Archiv unmittelbar auf meinen Aufsatz folgte, als eine gleichzeitige Arbeit betrachtet haben, so muss ich darauf aufmerksam machen, dass sie zwei Jahre später erschienen ist, als jene beiden Programme, und dass sich Krukenberg in seinem Aufsatze auf dieselben bezogen hat.

Um nun einige Bemerkungen, die ich seitdem über denselben Gegenstand gemacht habe, an die Resultate jener Arbeit anschliessen zu können, fasse ich Das, was in meiner Arbeit neu und mir eigenthümlich war, in folgenden Punkten zusammen.

1. *Vasa aberrantia in der Fossa transversa der Leber des erwachsenen Menschen.*

Der rechte und linke Ast des Ductus hepaticus und die in der Fossa transversa liegenden kleineren Zweige desselben geben eine Menge kleinere Aestchen ab, welche sich in dem die Fossa transversa überziehenden Zellgewebe, Capsula Glissanii, ausbreiten, vielfach unter einander anastomosiren und dadurch ein Netz von Gallengängen bilden. Durch diese Aestchen und die

*) Das erste dieser Programme führt den Titel: Dr. Ernestus Henricus Weber Procancellarius panegyrin medicam die IX Febr. A. MDCCCXLI indicit. Annotationes anatomicae et physiologicae Prol. VI, und begleitete die Diss. inaug. von C. F. Goldhorn: De archiatris Romanis. Das zweite Programm erschien unter demselben Titel als Prolusio VII die X Sept. MDCCCXLI und begleitete die Diss. inaug. von J. P. Kirsten: De papillarum lactantium exulceratione. Die sämmtlichen Programme werden nebst mehreren anderen in Kurzem unter dem Titel: Annotationes anatomicae et physiologicae Sectio II zusammengedruckt in den Buchhandel kommen.

Digitized by Google

von ihnen gebildeten Netze anastomosiren die Aeste und Aestchen des Ductus hepaticus, so lange sie in der Fossa transversa liegen und noch nicht in die Substanz der Leber eingedrungen sind, unter einander. Manche kleinere Zweige dieser kleinen Gallengänge endigen sich mit geschlossenen angeschwollenen Enden. Die Wände der beschriebenen Gallengänge sind, wenn sie mit eingespritzter erstarrender Masse vollkommen erfüllt und ausgedehnt sind, uneben. Sie haben nämlich eine Menge rundlicher Erhabenheiten, welche durch die in die Gallengänge eingespritzte Injectionsmasse erfüllt und ausgedehnt werden, oder mit anderen Worten, sie scheinen wie die Wände der kleinsten Luftröhrenäste oder wie die Wände der Saamenbläschen aus flachen Zellen zu bestehen, die unter einander verwachsen sind und deren Höhle in einem weiten und offenen Zusammenhange mit der Höhle der Gänge steht. Der Durchmesser der Zellen an den etwas angeschwollenen Enden der Aestchen beträgt ungefähr $^1/_{25}$ Par. Linie, doch giebt es unter ihnen auch grössere Bläschen, die bis zu $^1/_{18}$ Linie im Durchmesser haben, und ebenso auch kleinere Zellen.*) Ich habe es mehrmals versucht, diese *Vasa aberrantia* der menschlichen Leber zu erfüllen, und habe sie jedes Mal gefunden, und muss sie also für eine constante Bildung halten. Um sie recht vollkommen sichtbar zu machen, bindet man den Ductus cysticus zu, ohne das Zellgewebe in der *Fossa transversa* zu verletzen, spritzt dann eine erstarrende Injectionsmasse in den Ductus choledochus und löst hierauf das die *Fossa transversa* überziehende Zellgewebe sammt den in ihm liegenden Aesten der Gallengänge und Blutgefässe als eine continuirliche Lamelle von der Leber los, taucht es in klares, farbloses, dickes Gummi arabicum oder in Lack ein

*) In der oben angeführten Prolusio VII pag. 7 heisst es z. B.: »Ramus dexter et sinister ductus hepatici majoresque ramificationes horum »ramorum interposito reti ductuum biliferorum amplorum, oculis non ar»matis conspicuorum, inter se cohaerent et communicant. Qui quidem duc»tus multas appendices, haud raro ramosas, habent, vesiculis minoribus »compositas, finibus clausis instructas. Parietes etiam ductuum biliferorum »rete hoc constituentium multis vesiculis et cellulis asperi sunt. Cellulae »parietum et appendicum diametrum habent 0,04‴ seu $^1/_{25}$ Lin. Paris. Mino»rum cellularum diameter $^1/_{50}$‴, majorum $^1/_{18}$ lineam aequat.«

In der besonderen Ausgabe, in welcher ich alle Programme, sogleich wenn sie erschienen, successiv habe zusammendrucken lassen und welche als Annotationes anatomicae et physiologicae sectio II nächstens in den Buchhandel kommen wird, steht diese Stelle pag. 229.

Digitized by Google

und breitet es auf einer Glasplatte in einer Lage von solchem Gummi oder Lack aus, wo man dann in den Winkeln zwischen den Aesten der Gallengänge die beschriebenen Netze mit der Lupe betrachtet und mit dem Mikroskope untersucht.

Zusatz über die *Vasa aberrantia* in der *Fossa transversa* des Neugebornen.

Es schien mir wichtig, die *Vasa aberrantia* in der *Fossa transversa* des Erwachsenen mit denen des Neugebornen zu vergleichen, und ich fand in der That eine zu beachtende Verschiedenheit. Beim Neugebornen ist nämlich das beschriebene Netz der Gallengänge viel dichter, d. h. die Zwischenräume desselben sind kleiner, die dasselbe bildenden Gallengänge sind dünner und glätter und es fehlen an ihnen die Aeste, die mit angeschwollenen geschlossenen Enden aufhören, fast ganz. Man darf hiernach vermuthen, dass diese ästigen Anhänge später dadurch entstehen, dass sich bei dem Erwachsenen allmählig manche von den Anastomosen der Gallengänge verschliessen, verwachsen und verschwinden, und dass dann manche Aeste geschlossene Enden bekommen. Die Gallengänge dieses Netzes haben einen Durchmesser von $^1/_{43}$ bis $^1/_{86}$ Par. Linie. Die Zwischenräume zwischen den das Netz bildenden Gallengängen sind verschieden gross. Zwischen den grösseren Gallengängen ist der Durchmesser der Zwischenräume grösser als der der Gänge, bisweilen noch einmal so gross, also $^1/_{21}$ Linie, zwischen den dünnen Gallengängen ist der Durchmesser der Zwischenräume eben so klein oder sogar an manchen Stellen noch kleiner als der Durchmesser der Gallengänge. Manche dickere Gallengänge dringen, nachdem sie ein Netz gebildet haben, in die sogenannten Läppchen der Leber ein und lösen sich daselbst in ein enges Netz von Gallengängen auf.

Zusatz über Theile's Darstellung und Deutung der *Vasa aberrantia fossae transversae.*

Die an der Oberfläche der *Fossa transversa* der menschlichen Leber von mir zuerst aufgefundenen und beschriebenen Gallengänge, die ich *Vasa aberrantia fossae transversae* nenne, welche sich dadurch auszeichnen, dass sehr dicke, mit unbewaff-

Digitized by Google

netem Auge noch sichtbare Gänge vielfach unter einander anastomosiren und dadurch ein Netz bilden, und dass diese Gänge bei dem Erwachsenen mit vielen hohlen, angeschwollenen, geschlossen endigenden Anhängen in Verbindung stehen, hat neuerlich auch *Theile**) beobachtet und sie hinsichtlich ihrer Gestalt mit den Meibom'schen Drüsen verglichen. Bei Säugethieren hat er sie eben so wenig gefunden wie ich selbst. Er hält sie aber nicht für Gallengänge, sondern für Schleimdrüsen. Indessen fehlt es in seiner Abhandlung an den erforderlichen Beweisen für eine solche Annahme, denn er hat weder die Flüssigkeit aus ihnen ausgepresst und dargethan, dass sie Schleim sei, noch hat er bewiesen, dass der Bau dieser Gänge dem der Schleimdrüsen ähnlich sei. Im Gegentheile, man kennt keine Schleimdrüsen, welche aus einem Luftröhrenaste querüber in einen andern gingen, und eben so wenig giebt es Schleimdrüsen, die die Aeste der Ausführungsgänge irgend einer andern Drüse unter einander in Verbindung setzten, indem sie aus dem einen Aste quer herüber in den andern Ast gingen, wie *Theile* dieses doch bei den erwähnten Gängen der Leber selbst gesehen hat. Auch bilden die Gänge der Schleimdrüsen gewöhnlich keineswegs Netze, die aus vielfach anastomosirenden Röhren bestehen, wohl aber ist diese Art der Verbreitung und Verbindung unter einander den Gallencanälen eigenthümlich. Hätte *Theile* behauptet, dass manche von den knospenartigen Erhabenheiten an den Wänden dieser Gallengänge Schleimdrüsen sein möchten, so würde sich eine solche Meinung wohl vertheidigen lassen. Indessen wir wissen über den Schleim der Galle viel zu wenig Gewisses, um schon jetzt Hypothesen über die Quellen desselben zu machen. Schleim ist bekanntlich in der Chemie ein sehr unbestimmter Begriff, und mit dem Mikroskope unterscheiden wir ihn hauptsächlich dadurch, dass die abgestossenen Epitheliumzellen der Schleimhäute einen Hauptbestandtheil desselben ausmachen. Aber in der Galle kommen äusserst wenig Epitheliumzellen vor: denn sie besteht aus aufgelösten Stoffen und in diesem Sinne fehlt ihr also der Schleim fast ganz. *Theile* hat die Güte gehabt, mir ein von ihm injicirtes Präparat dieser Gänge zuzuschicken, und ich kann daher das bestätigen, was er selbst vermuthet hat, dass die von ihm dargestellten Gänge dieselben Theile

*) Theile in Wagners physiologischem Wörterbuche, 9te Lieferung, Artikel Leber p. 353.

Digitized by Google

sind, die ich *Vasa aberrantia fossae transversae* genannt habe, und dass die Verschiedenheit in der Beschreibung dieser Theile nur daher rührt, dass *Theile* eine dünne Flüssigkeit injicirt hat, ich aber eine erstarrende, die Gänge vollständig erfüllende Masse in sie eingespritzt habe. Sollte *Theile* die Injection auch an der Leber des Neugebornen ausführen, so wird er sich selbst überzeugen, dass er keine Schleimdrüsen vor sich habe.

2. *Vasa aberrantia zwischen den Platten des Ligamentum coronarium sinistrum und an der Oberfläche der Gallenblase der menschlichen Leber.*

Schon *Ferrein* hat in diese Gegenden Gallengänge verfolgt, die sich, wie er sich ausdrückt, leicht durch die Injection des Gallengangs darstellen lassen. Auch an der freien Oberfläche des an der Leber angewachsenen Theils der *Vena cava* fand er solche Gallengänge. Aber er sagt nicht, dass sie unter einander anostomosiren und dadurch ein Netz bilden. Im *Ligamentum coronarium sinistrum* verfolgte er dieselben bis an die Oberfläche des Zwerchfells. *Kiernan* fand diese Gallengänge zwischen den Platten des *Ligamentum coronarium sinistrum* wieder und sah sie daselbst unter einander anastomosiren. Auf der Oberfläche der Gallenblase dagegen gelang es ihm nicht, sie zu finden.

Nach meinen Untersuchungen sind sie immer dann vorhanden, wenn sich vom oberen scharfen Rande des linken Leberlappens eine dünne durchsichtige Lage Lebersubstanz zwischen jene Platten der Bauchhaut hineinzieht. Wenn das der Fall ist, kann man darauf rechnen, dass sich daselbst die Gallengänge durch die Einspritzung einer erstarrenden Injectionsmasse erfüllen lassen und dass sie dort sehr sichtbare Anastomosen und Netze bilden. Man kann dann die Gallengefässe mit dem Messer durch die Leber hindurch bis zu dem *Ligamentum coronarium sinistrum* hin verfolgen und deutlich sehen, wie sie sich daselbst ausbreiten.

Dasselbe habe ich wahrgenommen, wenn an der menschlichen

*) *Ferrein* in einer vortrefflichen Untersuchung, von der wir leider nur einen kurzen Bericht besitzen, der in der Hist. de l'Ac. roy. des sc. 1733 p. 37 u. 38 steht.

Digitized by Google

Leber vom Rande der *Fossa vesiculae felleae* aus sich eine dünne durchsichtige Lage Lebersubstanz zwischen der Oberfläche der Gallenblase und dem von der Bauchhaut gebildeten Ueberzuge derselben hinzieht. Auch hier kann man die Gallengänge von den groben Stämmen aus mit dem Messer continuirlich bis zu der Oberfläche der Gallenblase hin verfolgen. Uebrigens lassen sie sich auch, wenn sie complett erfüllt sind, durch die Unebenheit ihrer Wände, an welchen hier und da hohle, mit Injectionsmasse erfüllte, runde Erhabenheiten sichtbar sind, die das Ansehen von kleinen runden Bläschen haben, leicht von Blut und Lymphgefässen unterscheiden. Diese an der Gallenblase verbreiteten Gallengänge münden sich niemals in die Gallenblase, sondern immer in Aeste des *Ductus hepaticus*.

Zusatz über die *Vasa aberrantia* an dem *Ligamentum coronarium sinistrum* des Pferdes.

Da das Pferd keine Gallenblase besitzt, so interessirte es mich, bei ihm die *Vasa aberrantia* zu untersuchen. In der *Fossa transversa* fand ich keine, wohl aber waren sie zwischen den Platten des *Ligamentum coronarium sinistrum* sehr gross. Schon ehe ich die Injection von gefärbter erstarrender Flüssigkeit in den *Ductus hepaticus* machte, bemerkte ich daselbst zwischen den Platten des Bauchfells einen 1 Par. Zoll breiten, röthlichen, dünnen und daher durchscheinenden Streifen von Lebersubstanz, der eine Verlängerung des scharfen Randes der Leber war. Die injicirten Aeste des *Ductus hepaticus* liessen sich mit dem Messer bis zu dieser dünnen Lage der Lebersubstanz hin verfolgen, und ihre Zweige bildeten dort unter einander eine Menge bogenförmiger Anastomosen und erweiterten sich allmählig und vorzüglich an den bogenförmigen Verbindungen so sehr, dass ihr Durchmesser in der Mitte der Bogen 6 Mal so gross war als am Anfange derselben. Diese Ausdehnung war nicht durch den Druck der eingespritzten Flüssigkeit hervorgebracht worden, denn sie war auch da vorhanden, wo diese bogenförmigen Anastomosen nur unvollkommen erfüllt waren. Die so erweiterten Theile der Gallencanäle bildeten bei genauerer Untersuchung selbst ein Netz, das durch die vielfachen Anastomosen sehr weiter Gänge entstand, die nur sehr enge Zwischenräume oder Lücken zwischen sich einschlossen. Diese weiten Gänge waren nicht mit Bläschen besetzt.

Digitized by Google

Aber neben und zwischen diesen sehr erweiterten Anastomosen der Gallengänge breiteten sich manche Aeste in so feine Zweige aus, dass der Durchmesser der kleineren nur $^1/_{83}$ Lin. betrug, und diese dünnen Zweige bildeten ein so dichtes Netz, dass die Zwischenräume hier und da keinen grösseren Durchmesser hatten als die dünnen, unter einander anastomosirenden Canäle; auch waren sie mit Bläschen besetzt.

Zusatz über die mit geschlossenen Enden versehenen Anhänge der Gallengänge an der Oberfläche der Leber der Katze.

Bekanntlich hat *Krause**) durch Einspritzungen von Luft oder auch von gefärbten Massen in den Gallengang beim Igel und beim neugebornen Kinde einen Bau in der Leber sichtbar gemacht, der in mancher Hinsicht dem Baue der Speicheldrüsen und Milchdrüsen ähnlich, in anderer Rücksicht aber davon verschieden ist. In alle Gegenden der Leber verfolgte er neuerlich die sich baumförmig verästelnden Gallengänge, bis sie einen Durchmesser von $^1/_{40}$, $^1/_{65}$, $^1/_{80}$ und höchstens $^1/_{130}$ Linie angenommen hatten. Diese engen Gallengange anastomosirten unter einander und bildeten ein Netz, dessen Maschen $^1/_{26}$ bis $^1/_{13}$ Linie im Durchmesser hatten. An einzelnen Theilen der Leber, an der Oberfläche sowohl als im Innern, war aber die Injectionsmasse in die Leberläppchen eingedrungen und hatte die *Acinos* derselben erfüllt, die die Gestalt runder oder oblonger Bläschen und einen Durchmesser von $^1/_{65}$, $^1/_{54}$, selten und nur einzeln von $^1/_{40}$ Linie hatten und daher schon bei schwacher Vergrösserung sichtbar waren. Aus den Läppchen sah er einen oder mehrere Gallengänge hervortreten, welche er dünner als die *Acinos* abbildete.

Folgende Beobachtung, welche ich 1847 an einer so eben getödteten Katze machte, deren Gallengang mit weisser Injectionsmasse erfüllt wurde, scheint darzuthun, dass sich die Gallengänge in der Leber der Katze auf eine doppelte Weise endigen: 1) indem die kleinsten Gallengänge im Innern der Leber vielfach unter einander anastomosiren und ein enges Netz bilden; diese hat *Retzius***) sehr vollständig injicirt (ich

*) *Krause* in Müllers Archiv Jahrgang 1837 p. 20 und 1843 p. 524.
**) *Retzius* in Müllers Archiv 1849 p. 160.

Digitized by Google

besitze selbst ein solches Präparat von ihm); 2) indem sie an der Oberfläche und in der Nähe der Oberfläche der Leber geschlossene angeschwollene Enden haben. Die Wände der Gallengänge und ihrer geschlossenen Enden erscheinen bei einer hundert- oder zweihundertmaligen Vergrösserung uneben, weil an denselben unzählige rundliche, mit Injectionsmasse erfüllte Erhabenheiten sichtbar sind, die die Grösse der sogenannten Leberzellen haben. Siehe Fig. III.

Als die injicirte Leber mit unbewaffnetem Auge betrachtet wurde, zeigte sich ihre Oberfläche sehr gleichmässig mit rundlichen oder ovalen, erhabenen, weissen Flecken besetzt, die ungefähr 0,84‴ lang und 0,28‴ breit und durch Scheidewände, welche aus unerfüllter Lebersubstanz bestanden, von einander getrennt waren und sich auf den gemachten Einschnitten von der Oberfläche bis zu einer gewissen Tiefe in die Lebersubstanz hinein erstreckten. Die Mittelpunkte dieser weissen, für sogenannte Leberläppchen zu haltenden Flecken lagen von einander ungefähr 0,42‴ entfernt. Je grösser die weissen Flecken waren, desto kleiner war die Lage unerfüllter Lebersubstanz, die dieselben von einander trennte. Wo diese weissen Flecken am grössten waren, flossen mehrere derselben in einen zusammen. Wurden diese Läppchen bei 30 bis 60facher Vergrösserung betrachtet und zugleich hell von oben beleuchtet, so sah man auf Durchschnitten, dass sich zu ihnen Gallengänge, die ungefähr $^1/_{100}$ Par. Linie im Durchmesser hatten, begaben. Diese Gallengänge anastomosirten nur selten unter einander und ihre Aeste erweiterten sich zuletzt so, dass ihr Durchmesser noch ein Mal so gross oder zwei Mal so gross wurde, sie schlängelten sich und bogen sich bisweilen schleifenartig um und hatten geschlossne Enden. An der Oberfläche dieser injicirten Läppchen sah man, wenn man das Präparat von oben hinreichend hell beleuchtete, dicht gedrängt liegende, mit Injectionsmasse erfüllte, rundliche, geschlossene Enden oder Umbeugungen der Gallengänge, die einen Durchmesser von $^1/_{74}$ bis $^1/_{66}$ Par. Linie oder mit andern Worten von 0,0135‴ bis 0,0156‴ und bisweilen einen noch grösseren Durchmesser hatten. Fig. II. Diese Enden und Umbeugungen scheinen Dasselbe zu sein, was *Krause Acinos* nennt. Bei einer 100maligen oder 200maligen Vergrösserung sah man aber, dass die Wände dieser geschlossnen Enden der Gallengänge selbst nicht ganz eben, sondern mit rundlichen, durch die Injectionsmasse erfüllten Erhabenheiten dicht besetzt waren, Fig. IV — V., und eine genaue Mes-

Digitized by Google

sung derselben und eine Vergleichung mit den nicht injicirten Leberzellen bewies, dass diese kleinsten Erhabenheiten in Gestalt und Grösse mit den sogenannten Leberzellen übereinstimmten. Sie waren eben so wie diese meistens länglich, so dass sich der längere Durchmesser zum kürzeren ungefähr wie 5 : 4 verhielt und ihr längerer Durchmesser ungefähr $^1/_{131}$ Par. Linie oder 0,0076″ betrug. (Fig. V. *a* nicht injicirte, *b* injicirte Zellen 200 Mal vergrössert.)

Dass aber die Mehrzahl der Gallengänge bei der Katze sich nicht auf die beschriebene Weise mit geschlossenen Enden endigen, sondern vielfach unter einander anastomosiren und dadurch ein dichtes Netz bilden, welches die Zwischenräume zwischen dem Netz der blutführenden Haargefässe ganz erfüllt, beweisen am schönsten die erwähnten, von *Retzius* bei der Katze ausgeführten Injectionen. Man sieht hieraus, dass ich bei der Katze etwas Aehnliches beobachtet habe, als *Krause* bei dem Igel, und ich weiche nur darin von ihm ab, dass ich eine doppelte Art der Endigung der Gallengänge bei der Katze finde, eine Endigung in geschlossene Enden und eine Endigung in dichte Netze. Es ist aber diese doppelte Art der Endigung nicht so ganz überraschend, da die Gallengänge auf der Oberfläche der *Fossa transversa* der Leber des Menschen auch geschlossene Enden haben, während sie an andern Theilen der Leber dichte Netze bilden. Uebrigens hat mein Bruder schon vor 8 Jahren diese doppelte Art der Endigung an den Luftröhrenästen der Lunge des Huhns nachgewiesen.*) Die Luftröhrenäste anastomosiren bei den Vögeln in den Lungen mit einander so vielfach, dass sie ein dichtes Netz bilden. Die Wände derselben sind durch unzählige kleine hohle Erhabenheiten (Lungenbläschen) uneben. Statt der Lungenbläschen sprossen aber beim Huhne an manchen Stellen aus den Luftröhrenästen kleine, kurze, sehr enge Röhren hervor, die sich in mehrere kleinere theilen, nicht unter einander anastomosiren, sondern mit geschlossenen Enden aufhören. Sie liegen in den Zwischenräumen des gröberen Luftröhrennetzes. An den Lungen des Huhns ist demnach in gewisser Hinsicht der Bau im Groben sichtbar, den wir viel feiner ausgeführt bei der Leber wahrnehmen.

*) *Eduard Weber* in dem amtlichen Berichte über die 19. Versammlung der deutschen Naturforscher und Aerzte in Braunschweig im Jahre 1841, Braunschweig 1842. 4. p. 75.

Digitized by Google

Zusatz über den Namen und die Bedeutung der *Vasa aberrantia hepatis.*

Der Name *Vasa aberrantia,* welchen ich denjenigen Gallengängen gegeben habe, die in gewissen Gegenden der Leber vorkommen und sich durch ihre groben Enden auszeichnen, hat folgende Bedeutung: Die Entwicklungsgeschichte lehrt, dass die Ausführungsgänge der Drüsen bei der Entstehung derselben verhältnissmässig sehr dick, in wenig Zweige getheilt und mit dicken groben Enden versehen sind, und dass manche Aeste der Ausführungsgänge, welche an Orten liegen, die ihrer weiteren Entwicklung und Ausbildung ungünstig sind, sich auch später nicht in so viele und so dünne Aeste theilen, als andere Aeste desselben Ausführungsgangs, welche sich in einer günstigen Lage befinden, und dass dann die Enden der ersteren verhältnissmässig sehr dick gefunden werden. Ich habe das, wie schon *Haller* und *Lauth,* am Hoden wahrgenommen und dieselbe Erscheinung auch an manchen Ausführungsgängen der Leber und des Pancreas gesehen.

In meiner in Meckels Archiv 1827 p. 278 und 286 enthaltenen Abhandlung: «Beobachtungen über die Structur einiger conglomerirten und einfachen Drüsen und ihre erste Entwicklung» habe ich dargethan, dass die geschlossenen Enden des Ausführungsgangs der Parotis des Kalbes, während sie in der Entstehung begriffen ist, so dick und so wenig zahlreich und von so wenigen Blutgefässen umgeben sind, dass man sie ohne alle Vorbereitung mit unbewaffnetem Auge sehen kann, während man bei der Parotis des neugebornen Kindes und des Erwachsenen feine Injectionen und das Mikroskop zu Hülfe nehmen muss, um die Enden des Ausführungsgangs sichtbar zu machen. Joh. Müller in seinem Werke: *De subtiliori glandularum structura, Lipsiae* 1830. Tab. VI. Fig. 9, hat diese Beobachtung bestätigt.

In derselben Abhandlung habe ich ferner darauf aufmerksam gemacht, dass die körnerfressenden Vögel, welche die Körner bekanntlich unzerkleinert verschlucken, sehr wenig ausgebildete Speicheldrüsen besitzen. Indem ich in die Ausführungsgänge der Submaxillardrüse bei der Henne, Gans und bei dem Perlhuhn Quecksilber einspritzte, zeigte ich die Ausführungsgänge der Submaxillardrüsen, die sich bei diesen Vögeln das

Digitized by Google

ganze Leben hindurch so verhielten, wie sie bei Säugethierembryonen zu der Zeit beschaffen sind, wo sich die Speicheldrüsen entwickeln, d. h. dass die Speichelgänge nur in wenig Aeste getheilt und die geschlossenen Enden dieser Aeste so gross sind, dass man sie recht gut mit unbewaffnetem Auge betrachten, während man die Enden der Speichelgänge der ausgebildeten Säugethiere, wenn man sie mit Quecksilber erfüllt hatte, nur durch das Mikroskop erkennen konnte. Bei einer Gans oder Henne hatte die Drüse eine Reihe von dicken Ausführungsgängen; manche von diesen hatten eine einfache Reihe von Aestchen, deren jedes sich mit einer ziemlich grossen kugelförmigen Blase endigte, die ungefähr denselben Durchmesser hatte als der Stamm des Ausführungsgangs; andere hatten nur in der Nähe ihres Endes einige Aeste, die in solche kugelförmige Blasen anschwollen. Bei den Perlhühnern theilte sich ein solcher Ausführungsgang in viele dicke, cylindrische Aeste, die an ihren Enden nicht angeschwollen waren. Jeder Ast hatte unebene hüglige Wände und bestand aus dicht neben einander liegenden Bläschen, die ungefähr $^1/_{10}$ Par. Linie im Durchmesser hatten und sich in die Höhle des Astes mit weiten Oeffnungen mündeten.

Aus meinen Untersuchungen geht also hervor, dass es drei Fälle giebt, in welchen Aeste der Ausführungsgänge einer Drüse mit dicken groben Enden endigen: 1) bei Embryonen, während sie sich bilden, 2) bei ausgebildeten Thieren, bei welchen die untersuchte Drüse nur als Rudiment vorhanden ist, 3) bei ausgebildeten Thieren und Menschen, bei welchen einzelne Aeste des Ausführungsgangs eine so ungünstige Lage haben, dass sie sich nicht vollkommen entwickeln. Dieses Letztere ist bei denjenigen Aesten des Ausführungsgangs des Hoden der Fall, die man *Vasa aberrantia Halleri* nennt; dasselbe habe ich an manchen Aesten des *Ductus pancreaticus* am Kopfe des Pancreas wahrgenommen, und eben dieselbe Erscheinung habe ich an gewissen Aesten des Gallengangs gefunden, und zwar *a*) an den von mir zuerst aufgefundenen Aesten, die an der Oberfläche der *Fossa transversa* und an einigen andern Orten der *Fossae* der Leber liegen, *b*) an der dünnen Lage Lebersubstanz, welche sich bisweilen zwischen die zwei Platten der Bauchhaut am *Ligamentum coronarium sinistrum* hinein erstreckt, *c*) an der dünnen Lage der Lebersubstanz, welche sich bisweilen zwischen der Gallenblase und ihrem Bauchhautüberzuge am Rande der

Digitized by Google

Gallenblase befindet. Nirgends habe ich aber die angeschwollenen und geschlossenen Enden der Gallengänge so zahlreich gefunden, als an der Oberfläche der Leber der Katze. Hier sind sie so ausgebildet, dass sie offenbar einen wesentlichen Theil des Secretionsapparats ausmachen. Da nun aber die Gallengänge im Innern der Leber dieses Thieres dichte Netze bilden, welche sich so zu den Haargefässen verhalten, wie ich es bei dem Menschen angegeben habe, und diese Netze auf das Vollkommenste von *Retzius*, minder vollkommen auch von mir selbst, injicirt worden sind, so finden sich bei der Katze beide Arten von Endigungen der Gallengänge. Dasselbe ist unstreitig auch bei andern Thieren der Fall, und so scheint sich denn der Widerspruch zu lösen, welcher zwischen den Ergebnissen der von *Krause* und mir ausgeführten Untersuchungen bestand, da neuerlich auch *Krause* umgekehrt durch Injectionen in den Gallengang eine netzförmige Verbreitung der Canäle gesehen hat.

3. *Die Netze der Gallengänge in den sogenannten Läppchen der Leber und der sogenannten Leberzellen.*

Ich habe durch Injectionen erstarrender, gefärbter Massen in die Gallengänge der menschlichen Leber und durch die mikroskopischen Beobachtungen dünner Lamellen, die ich aus der frischen Leber geschnitten hatte, bewiesen, dass die Gallengänge in den kleinen Abtheilungen der Lebersubstanz, die man gewöhnlich Leberläppchen nennt, vielfach unter einander anastomosiren und dadurch ein nach 3 Dimensionen ausgedehntes Netz mit sehr engen Zwischenräumen bilden. Diese Zwischenräume oder Lücken dieses Netzes haben selbst die Gestalt eines engen Netzes von gleicher Form und werden von den blutführenden Haargefässen, welche die Blut vertheilenden Pfortaderäste mit den Blut sammelnden Lebervenenästen verbinden, vollkommen ausgefüllt, so dass man mit demselben Rechte sagen kann, dass diese Haargefässe in den sogenannten Leberläppchen ein dichtes Netz bilden, dessen Zwischenräume von den kleinsten Gallengängen vollkommen ausgefüllt werden. Die Röhrchen des einen Netzes sind durch die Zwischenräume oder Lücken des andern gleichsam durchgesteckt, und beide Netze zusammengenommen erfüllen den Raum der sogenannten Leberläppchen und stellen Das dar, was man Lebersubstanz oder Leberparenchym

Digitized by Google

nennt.*) Ist das Netz der Gallengänge erfüllt, während das Netz der Blutgefässe leer ist, so sind die Gallencanäle dicker als die in ihren Zwischenräumen liegenden Haargefässe, sind dagegen die letzteren mit Injectionsmasse erfüllt, während das Netz der Gallengänge leer ist, so sind die Haargefässe dicker als die Gallengänge. Weil die Wände der leeren Gallengänge sehr durchsichtig sind, so nehmen sich in diesem Falle die Gallengänge so aus, als wären sie Rinnen zwischen den Haargefässen. Im Allgemeinen sind aber doch die Gallengänge in den Leberläppchen, die ungefähr $^1/_{100}$ Linie im Durchmesser haben, ein wenig dicker als die Haargefässe. Beide Classen von Canälen müssen sich durch den Druck, den sie wechselseitig auf einander ausüben, an einander abplatten und sich so einander von allen Seiten auf das Innigste berühren. Da man gar keinen Zwischenraum zwischen den sich berührenden Gallengängen und Haargefässen sieht, so darf man vermuthen, dass die zarten Wände der Gallengänge und Haargefässe unter einander verwachsen sind. Die beschriebene Einrichtung ist unstreitig eine der vortheilhaftesten,

*) In der *Prolusio VII die IX. mens. Febr. 1841 pag.* 5 (in den zusammengedruckten Programmen *Annotationes anatomicae et physiologicae Sectio II. p.* 218.) sprach ich mich über die menschliche Leber unter andern so aus:

„Docendum est, quo nexu inter se in hepate contineantur minimi rami vasorum sanguiferorum et biliferorum. Namque hoc nexu modus, quo bilis e sanguine secernitur, maxime illustrandus est. Est igitur hic nexus eiusmodi, ut sanguis nigricans per ramos minimos venae portarum abeat in rete capillare densissimum, per totum hepar continuo expansum, ex eoque per ramos venarum hepaticarum reducatur ad venam cavam. Vasa capillaria hepatis non multum ampliora sunt, quam vasa capillaria membranae pituitariae tubi intestinalis, interstitia autem retis capillaris eius perangusta sunt et reti vasorum biliferorum plane replentur. Vasa bilifera hac re primum a ductibus excretoriis plurimarum glandularum maxime differunt, quod inter se communicantes rete formant, porro, quod ductus biliferi minimi tam angustam paene diametrum habent, quam vasa capillaria sanguifera. Igitur retia vasorum sanguiferorum et biliferorum sola fere totum spatium hepatis explent, et ita formata sunt, ut rete capillare sanguiferum interstitia retis vasorum sanguiferorum plane expleat, exceptis iis spatiis quae ab arteriis nutritiis et vasis lymphaticis occupantur. Utrumque genus ductuum non anastomosibus, sed tantum accuratissimo contactu invicem coniunctum est. Quem in finem vix tibi excogitare poteris distributionem vasorum magis aptam, ut in parvo spatio hepatis duo genera ductuum, subtilissime in ramos minimos divisorum, se ab omnibus partibus tangant, quam hanc natura in hepate adhibitam, qua efficitur, ut e sanguine per parietes vasorum sanguiferorum facile aliquid in ductus biliferos exosmosi transsudari possit.“

Digitized by Google

die es giebt, damit zwei Classen von Canälen in einem kleinen Raume in die vielfachste, ausgedehnteste und innigste Berührung kommen. Da nun zugleich die Wände der sich berührenden Canäle überaus dünn sind, so kann ein Uebergang von Materien aus der einen Classe von Canälen in die andere sehr leicht erfolgen. Bei 50maliger Vergrösserung erscheint die Wand der injicirten kleinen Gallengänge glatt, dagegen sieht man an Gallengängen, wenn sie sehr vollkommen mit Injectionsmasse oder mit ihrem Secrete erfüllt sind, bei 100maliger oder 200maliger Vergrösserung, dass ihre Oberfläche höglig ist durch zahlreiche, hohle, rundliche Erhabenheiten. Die Wände der Haargefässe der sogenannten Leberläppchen sind so dünn und durchsichtig, dass man sie an dünnen Lamellen der Leber, die man mit dem Doppelmesser geschnitten und in Wasser auf einer Glasplatte ausgebreitet hat, gar nicht unterscheiden kann. Denn nachdem das Wasser das Blut aus ihnen ausgezogen hat, erscheinen sie nur als durchsichtige Lücken zwischen den Gallengängen. Unstreitig hat aus diesem Grunde noch neuerlich *Engel* behauptet, dass sie gar keine Wände hätten, eine Meinung, der ich nicht beitreten kann.

An der Wand der kleinsten Gallengänge ist es mir nicht gelungen, durch das Mikroskop Zellgewebsfasern oder auch mehrere Häute zu unterscheiden. Auch sehe ich in den kleinsten Gallengängen weder ein Cylinderepithelium noch ein Pflasterepithelium. Die Haut aller Gallengänge bildet Ausbuchtungen, und die Gallengänge sind daher inwendig durch vorspringende Fältchen uneben. An der Gallenblase, welche ein zu einer grossen Blase ausgedehnter Ast des Gallengangs ist, sieht man diesen Bau mit unbewaffnetem Auge. Die Fältchen auf der inneren Oberfläche derselben hängen unter einander wie ein Netz zusammen und schliessen zahlreiche Grübchen ein, die wieder durch kleinere Fältchen in noch kleinere Grübchen eingetheilt werden. Am aufgeblasenen oder injicirten *Ductus cysticus* sieht man schon äusserlich Einschnürungen, die da befindlich sind, wo inwendig Fältchen liegen. An dem Stamme und an den grossen Zweigen des *Ductus hepaticus* dringt die eingesprizte Injectionsmasse in blasenartige Erhabenheiten, die in der dicken Wand dieser Gänge verborgen liegen. Mit dem Mikroskope sieht man, dass sie auf eine ähnliche Weise, wie die Grübchen der Gallenblase, durch Fältchen an ihrer inneren Oberfläche in kleinere Bläschen abgetheilt werden. Diese blasenartigen Erhabenheiten hat man für Schleimdrüschen erklärt. In

Digitized by Google

der Galle findet man aber sehr wenig herumschwimmende Epitheliumzellen, und sie enthält daher, wie wir schon oben gesehen haben, wenig Schleim in der gewöhnlichen Bedeutung. Vielleicht bedarf es zur Absonderung dieser geringen Menge Schleim keiner besonderen Drüsen, denn die Schleimhäute haben an ihrer ganzen Oberfläche die Eigenschaft Schleim abzusondern, die Harnblase sondert z. B. Schleim ab, ohne nachweisbare Drüsen zu besitzen. Da indessen durch die beschriebenen Bläschen an der Wand der Gallengänge die Schleim absondernde Oberfläche sehr vergrössert wird, so ist gegen die Annahme, dass in den erwähnten Bläschen Schleim abgesondert werde, nichts einzuwenden. Es lässt sich nun durch Injectionen darthun, dass auch die Wände der kleineren Zweige der Gallengänge durch Ausbuchtungen, in welche die Injectionsmasse eindringt, uneben sind, am deutlichsten ist das an den oben beschriebenen Gallengängen zu sehen, die ich *Vasa aberrantia fossae transversae* genannt habe. An ihnen giebt es hohle, in zahlreiche Bläschen endigende Anhänge, die selbst wieder in noch kleinere Bläschen eingetheilt sind. An den Gallengängen, wo die Wände eine gewisse Festigkeit haben, ragen die meisten Ausbauchungen nicht sehr hervor, je dünner und nachgiebiger aber die Wände an den ihrem Ende sich nähernden Gallengängen sind, desto unebener werden die Gallengänge durch die Ausbuchtungen, die die Gestalt von hervorragenden Blasen annehmen. Die Wand der Gallengänge nimmt sich dann unter dem Mikroskope so aus wie die Wand der Froschlunge, mit unbewaffnetem Auge gesehen. Man muss, um die Bläschen in ihrer natürlichen Lage zu sehen, die Leber eines Menschen auswählen, deren kleinste Gallengänge sehr vollkommen mit Lebersecret erfüllt sind, und sehr dünne Lamellen, die man aus ihr herausgeschnitten hat, bei starker Vergrösserung betrachten. Die Gallengänge in den sogenannten Leberläppchen, welche durch ihre zahlreichen Anastomosen ein dichtes Netz bilden und hier im Mittel einen Durchmesser von $^1/_{100}$ Par. Linie haben, haben an ihren Wänden rundliche Bläschen, deren Durchmesser im Mittel $^1/_{164}$ Linie oder 0,0061‴ beträgt. Dieselben stimmen durch ihre Grösse und durch den *Nucleus*, den man oft in ihnen wahrnimmt und der ungefähr $^1/_{287}$ Par. Linie d. h. 0,00845‴ im Durchmesser hat, mit den von *Purktnje, Henle, Dujardin* und *Verger* beschriebenen Leberzellen überein. An der unserm Auge zugekehrten Seite eines solchen Gallengangs bemerkt man neben einander 2 bis 2½ solche

Leberzellen und man kann daher rechnen, dass an der Peripherie desselben ungefähr 4 bis 5 Leberzellen liegen, die man bisweilen sehr mit Gallensecret ausgedehnt findet. Es kommen indessen hin und wieder auch engere Gallengänge vor, deren Durchmesser nur 0,0069‴ oder $^1/_{145}$ Linie beträgt und folglich dem Durchmesser der Leberzellen nahe kommt. Diese engeren Gänge haben, wie Schnuren von Glasperlen, eingeschnürte Theile, die mit Erweiterungen abwechseln.

Die kleinen gefärbten Kügelchen und zum Theil unregelmässig gestalteten Körperchen, die das Lebersecret ausmachen, sind von sehr ungleicher Grösse. Der Durchmesser von vielen ist gar nicht messbar. Die gut messbaren hatten einen Durchmesser von $^1/_{700}$ bis $^1/_{400}$ Par. Linie; sie brechen das Licht stark.

Die genannten mikroskopischen Beobachter und viele, die ihnen gefolgt sind, haben Zellen zu sehen geglaubt, die ringsum geschlossen wären und in Haufen und Reihen neben einander lägen. Meine Untersuchungen lehren dagegen: dass die frei herumschwimmenden Leberzellen abgerissene Theile der kleinern Gallengänge sind, und auch *Gerlachs* Beobachtungen machen mich nicht zweifelhaft. *Gerlach* sah nämlich durch die Einwirkung schwacher Kalilauge Zellenreihen sich in einzelnen Zellen trennen. Dabei quollen die Zellen auf, rundeten sich ab, wurden blass, ihr Kern wurde undeutlich und endlich lösten sie sich vollständig auf. Schabte ich die frische Schnittfläche einer Leber und untersuchte dann Das, was am Messer hängen bleibt, unter Wasser, welches das Blut auflöst, so fand ich darin Bruchstücke der Leber und der Gallengänge und Partikeln, die wie Zellen aussehen. Waren die dadurch sichtbar werdenden Zellen wenig mit Secret gefüllt, so sahen sie eckig aus, waren sie sehr mit Secret gefüllt, so hatten sie eine rundliche Gestalt. Sie massen an der menschlichen Leber 0,0069‴ oder $^1/_{145}$ Par. Linie. Sie waren aber nicht vollkommen kuglig, sondern hatten eine oder mehrere gerade Seiten. In den meisten Fällen ist man nicht im Stande, an den Zellen eine offne zerrissene Stelle zu sehen. Bei der Zartheit der Wand dieser kleinen Zellen ist das auch nicht zu verwundern. Die freien Ränder sinken zusammen, und da die Wand der Zellen durchsichtig, farblos und structurlos ist, so kann man den Ort, wo der Inhalt nicht von der Wand bedeckt ist, nicht unterscheiden. Man unterscheidet aber eben so wenig an den Bruchstücken der kleinen Gallengänge das Lumen derselben. Bei Fröschen aber, bei welchen die

Digitized by Google

kleinen Gallengänge und ihre Ausbuchtungen (Leberzellen) beim beginnenden Frühjahre mit sehr grossen Kügelchen ganz ausgestopft sind, habe ich mit Bestimmtheit gesehen, dass die ovalen, abgerissenen Leberzellen eine Seite haben, auf der der Inhalt nicht von einer Haut begrenzt ist. An dieser Seite sieht man eine Lücke, als wenn daselbst ein Theil der Kügelchen, welche die ovale Zelle erfüllen, ausgetreten wäre; die Grenze der Zelle, welche zwar nirgends als eine Linie gesehen wird, welche aber die Kügelchen nöthigt sich so zu lagern, dass sie über eine bestimmte Grenze nicht hinausragen, ist daselbst unterbrochen und man sieht hier den Inhalt als zerstreut liegende Kügelchen aufhören.

Noch entscheidender ist Das, was ich oben S. 158 von der Leber der Katze mitgetheilt habe. Die mit weisser Masse erfüllten Leberzellen hatten wie gesagt ziemlich dieselbe Grösse und Gestalt als die nicht erfüllten. Die nicht erfüllten Leberzellen dieser Katze hatten nämlich einen Durchmesser in der Länge ungefähr von 0,0076‴, d. h. $^1/_{131}$ Par. Linie, in der Breite von 0,00567‴ oder $^1/_{176}$ Linie, die mit Injectionsmasse erfüllten Leberzellen hatten oft dieselbe Grösse, manche von ihnen waren aber etwas grösser und weniger oval, indem sie z. B. 0,0084‴ $^1/_{118}$ Par. Linie lang und 0,0076‴ $^1/_{131}$ Par. Lin. breit waren. Herumschwimmende Zellen, welche nicht erfüllt waren, wurden oft polygonal gefunden. Auf schwarzem Grunde und zugleich von oben beleuchtet sahen die erfüllten Gallengänge weiss aus, auf einer Glasplatte liegend und von unten beleuchtet erschienen sie wegen des undurchsichtigen sie erfüllenden Farbestoffs schwarz. Wurden sie zugleich von unten und schwach von oben beleuchtet, so sahen sie schwarz aus und man konnte zugleich ihre Grenzen unterscheiden. Gänge, welche $^1/_{66}$ Lin. im Durchmesser hatten, zeigten auf der dem Beobachter zugekehrten Seite 2 bis 3 neben einander liegende Leberzellen. Fig. III. und IV. stellen einige Enden der weiss injicirten Gallengänge an der Oberfläche der frischen Leber bei Beleuchtung von oben und bei hundertmaliger Vergrösserung dar. Die rundlichen oder ovalen Bläschen Fig. IV. sind die Leberzellen. Sie sind schon an dem engen Gallengange sichtbar, der zu den sich erweiternden Enden hingeht. Fig. V. zeigt einen mit weisser Masse erfüllten Gallengang im Innern derselben Leber, zweihundert Mal vergrössert, von oben und zugleich von unten beleuchtet, so dass man die nicht erfüllten und die erfüllten, hier schwarz erscheinenden Leberzellen sieht. Fig. VI. stellt einen mit gelber Masse erfüllten 200 Mal vergrösserten Gallengang aus dem Innern

Digitized by Google

der Leber des Frosches dar. In der Mitte zwischen *b* und *c* ist er nicht mit gelber undurchsichtiger Masse, sondern mit durchsichtiger Flüssigkeit erfüllt. An diesem Theile desselben sieht man die zellenförmigen Unebenheiten in der Wand des Ganges weit deutlicher als da, wo er mit gelber Substanz erfüllt ist. Diesen mittlern Theil musste man von unten beleuchten, um diesen Bau zu sehen, die erfüllten Theile dagegen von oben, was hier successiv geschehen und abgebildet worden ist.

Zusatz über die Ergebnisse der in neuerer Zeit von anderen Anatomen unternommenen Untersuchungen über die Beschaffenheit und die Endigung der kleinsten Gallengänge.

*Prochaska**) nahm nach der Injection der Gallengänge wahr, dass sie sich auf eine ähnliche Weise endigten, als die Speichelgänge und die Gänge des Pancreas.

*Joh. Müller***) dagegen bemerkte keine Bläschen, als er in den Gallengang eines so eben getödteten, noch warmen Kaninchens rothgefärbtes Leimwasser einspritzte. Es wurden Röhrchen sichtbar, die von der Oberfläche und dem Rande eines Läppchens kommend, nach der Mitte desselben in die Tiefe gingen und sich dabei paarweise vereinigten. Er schloss daraus, dass sich die Gänge als blinddarmartige Reiserchen endigten. Aber bei sehr kleinen Embryonen sind die Enden der Gallengänge viel gröber und lassen sich z. B. bei Kröten und Vögeln nach *Joh. Müller* beobachten, ohne dass man eine Injection macht, die hier gar nicht ausführbar ist. Bei der Larve von *Triton palustris* glaubte er am deutlichsten dicht neben einander liegende blinde Enden der Gallengänge wahrzunehmen.

*Kiernan****) in seiner Arbeit über die Anatomie und Physiologie der Leber hat zuerst bemerkt, dass manche Gallengänge unter einander anastomosiren; denn er sah erstens, dass Quecksilber, in den einen Hauptast des *Ductus hepaticus* eingespritzt, durch den andern Hauptast zurückkehrte. Er konnte indessen

---

*) *Prochaska, Disquisitio anatomico-physiologica organismi humani etc. Viennae,* 1812. *p.* 104.

**) *Joh. Müller* in Hildebrandt Handbuch d. Anatomie von E. H. Weber B. IV. 1832. p. 306 (briefliche Mittheilung).

***) *Kiernan* in Philos. Transact. 1833. Tab. XXIII. Fig. 4.

Digitized by Google

nicht angeben, wo diese Anastomose beider Hauptäste geschähe. Ich habe dargethan, dass die *Vasa aberrantia fossae transversae* diese Anastomose vermitteln (siehe oben S. 152 u. 153 die Note). Ferner drang die von ihm eingespritzte Masse beim Menschen in die *Vasa aberrantia* der dünnen Lage Lebersubstanz, welche sich bisweilen zwischen die Platten des *Ligamentum coronarium sinistrum* hinein erstreckt. Zwar hatte *Ferrein* schon vor ihm die dahin gehenden Gallengänge gesehen, aber dabei nicht bemerkt, dass ihre Aeste unter einander anastomosiren. Von den in den Zwischenräumen zwischen den sogenannten Leberläppchen liegenden Gallengängen glaubt er, dass sie bei dem Menschen anastomosiren. «Ich kann indessen (fügt er hinzu) nicht auf Dissectionen gestützt versichern, dass sie anastomosiren, weil die, welche zu anastomosiren scheinen, ausserordentlich kleine Gänge sind, die sich einander in den Zwischenräumen begegnen, so dass es schwer ist, sich zu versichern, ob sie wirklich anastomosiren, oder ob sie in die Zwischenräume dringen, ohne zu anastomosiren.» *)

Die Taf. XXIII. Fig. 3 gegebene Abbildung der menschlichen Gallengänge ist keine Abzeichnung eines Präparats, sondern eine ideale Figur. Denn *Kiernan* sagt selbst in der Erklärung derselben: «Eine solche Ansicht der Gallengänge, wie sie diese Figur darstellt, konnte nicht in der Leber erhalten werden. Man sieht in der Figur die Interlobular-Gallengänge mit einander anastomosiren. Ich habe niemals diese Anastomosen gesehen, aber ich habe die Anastomosen der Gallengänge in dem linken Lateralligament *(ligamentum coronarium sinistrum)* gesehen, und gestützt auf die in dieser Abhandlung mitgetheilten Experimente glaube ich, dass die Interlobulargänge anastomosiren. Ich habe niemals die Lobulargallenplexus in der Ausdehnung injicirt, als sie die Figur darstellt.»

Was das Verhältniss der Haargefässe und der kleinsten Gallengänge zu einander betrifft, so sagt er p. 742: «Die Blutgefässe verästelten sich an der Haut der kleinsten Gallengänge.» Er hat sich hiernach darin geirrt, dass er sich die Haargefässe beträchtlich dünner gedacht und abgebildet hat, als die kleinsten Gallengänge (Taf. XXIII. Fig 3 und 5).

Aus folgender Aeusserung desselben scheint hervorzugehen, dass er schon einige Kenntniss von den Leberzellen gehabt habe:

*) *Kiernan* a. a. O. p. 726.

Digitized by Google

«Wenn ein nicht injicirtes Läppchen mit einem injicirten verglichen wurde, so schien es, als ob die *Acini* des *Malpighi* in den ersteren identisch mit den injicirten lobulären Gallenplexus in den letzteren wären. Die die Plexus bildenden Gallengänge erhalten, wenn sie unter dem Mikroskope untersucht werden, mehr das Ansehn von Zellen. Dieses Ansehn ist wohl abgebildet worden von *Mascagni* (Prodromo Tab. VI. Fig. 13. 14.) und hat ihn bewogen, die Leber als eine Vereinigung von vielen kleinen Höhlen zu betrachten, welche den Gallengängen ihren Ursprung geben.» Auf der angeführten Figur des *Mascagni* sieht man aber nur verästelte Gallengänge und in ihren Zwischenräumen runde Kugeln, und *Mascagni* selbst sagt zur Erläuterung derselben: «Um ein schönes Bild von der eigenthümlichen Structur der Leber zu haben, stelle man sich eine Weintraube vor.»

In Deutschland widersprach *Krause* der Lehre *Kiernans*, dass die Gallengänge Anastomosen und Netze bildeten (siehe oben S. 158). In England erregten *Bowmann* und *Hanfield Jones* gegen dieselbe Zweifel, und noch jetzt ist sie daselbst, wie es scheint, nicht anerkannt. *)

Ich habe, wie man aus meiner Abhandlung: *De hepatis humani structura. Lipsiae* d. IX. Febr. 1841, Prolusio VI., ersieht, die Netze der Gallengänge an verschiedenen Theilen der Leber injicirt und nachgewiesen, dass man schon von den Stämmen der Gallengänge aus zahlreiche Aeste ausgehen sieht, die an der Oberfläche der *Fossa transversa* unter einander anastomosiren und ein Netz bilden, und dass andere Aeste derselben in den Läppchen ein sehr dichtes Netz bilden. Ich habe ferner durch Messungen die Durchmesser der kleinsten Gallengänge und der Haargefässe der Pfortader bestimmt und die Grösse der Zwischenräume oder Lücken im Netze der Haargefässe und im Netze der Gallengänge ausgemessen und bewiesen, dass die kleinsten Gallengänge in die Lücken, die sich zwischen den Haargefässen befinden, hineinpassen. An dünnen Lamellen der frischen Leber des Menschen, deren Gallengänge sehr vollkommen mit Lebersecret erfüllt waren, und an der mit gelbem Gallensecret sehr erfüllten Leber des Frosches zeigte ich, dass man auch ohne vorausgehende Injection sehen könne, wie die Netze der Capil-

*) Siehe *Arthur Hassal. The microscopic Anatomy of the human Body in healt and disease.* London, 1849. pag. 410. 411.

Digitized by Google

largefässe in den Zwischenräumen des Netzes der Gallengänge liegen und wie sie diese Zwischenräume ausfüllen.

Durch die Injectionen von *Krukenberg*, *Hyrtl*, *Schröder van der Kolk*, *Retzius* und *Gerlach* sind meine Angaben im Wesentlichen bestätigt worden, denn alle diese haben gesehen, dass die kleinsten Gallengänge vielfach unter einander anastomosiren und dadurch ein Netz bilden, und dass dieses Netz in den engen Zwischenräumen oder Lücken liegt, welche die Haargefässe der Leberläppchen zwischen sich übrig lassen, die durch ihre Anastomosen selbst ein sehr enges, nach allen drei Dimensionen ausgedehntes Netz bilden.

Nur darin stimmen die letztern Anatomen noch nicht unter einander überein, in welchem Verhältnisse die von *Purkinje*, *Henle*, *Dujardin* und *Verger* beschriebenen sogenannten Leberzellen zu den injicirten kleinsten Gallengängen stehen. Ich habe behauptet und behaupte noch, dass diese Zellen keine geschlossenen Zellen sind, sondern abgerissene Theile der kleinen Gallengänge. *Krukenberg* sagt: «Die kleinsten unerfüllten Gallengänge erschienen aus Reihen von Leberzellen gebildet, die meistens zu zweien neben einander lagen;» er bildet sie aber auf seinen idealen Figuren so ab, wie man das Pflasterepithelium abbildet, und scheint also die Leberzellen für geschlossene Zellen zu halten, die sich zu den Gallengängen so verhalten, wie sich die Zellen des Pflasterepitheliums zu den Schleimhäuten, welche ein solches Epithelium haben, verhalten. In den Figuren 4 und 6, die *Krukenberg* nach Präparaten gezeichnet hat, füllen die gelb injicirten Gallengänge die Zwischenräume oder Lücken des roth injicirten Haargefässnetzes complett aus. Darin liegt eben nach meinen Untersuchungen etwas Wesentliches, dass die Wände dieser beiden Classen von Canälen sich einander überall auf das Innigste berühren und unter einander verwachsen sind.

Hyrtl sagt: «Es wollte mir bei Wirbelthieren nie gelingen, blasige Enden der Gallengefässe durch Einspritzung darzustellen. Die Präparate, welche ich besitze, weisen nur netzförmige Verbindungen der Gallengänge nach. Ich habe die genetzten Enden der kleinsten Gallengefässe schon im Jahre 1836 durch Injectionen dargestellt. Sie wurden in *Berres* mikroskopischer Anatomie abgebildet. An der daselbst gegebenen Interpretation, dass die Gallengefässe mit den Capillargefässen ana-

*) *A. Krukenberg* in Müllers Archiv 1843. p. 334 und Taf. 16.

Digitized by Google

stomosirten, habe ich keinen Antheil. *Webers* und *Krukenbergs* Darstellungen waren somit für mich nicht neu.» *) Ueber die Art und Weise, wie die Leberzellen mit den Gallengängen in Verbindung stehen, spricht *Hyrtl* noch keine bestimmte Meinung aus.

An den Präparaten *Schröder van der Kolks*, welche man in *Backers***) Dissertation abgebildet findet, sieht man gleichfalls, dass die mit Injectionsmasse erfüllten kleinsten Gallengänge in den Zwischenräumen oder Lücken des durch eine andere Injectionsmasse erfüllten Capillargefässnetzes der Leberläppchen liegen, und dass die Gallengänge vielfach unter einander anastomosiren und dadurch ein Netz bilden. Wenn *Schröder van der Kolk* dünne Lamellen der nicht injicirten Leber frisch mit dem Mikroskope untersuchte, so bildeten die Leberzellen (die er sich als geschlossene Zellen denkt) die äussere Oberfläche der Gallengänge. Befeuchtete er aber die Lamelle mit verdünntem Spiritus, so sah er noch eine häutige Lage, die die Leberzellen umgab. Wenn eine solche Haut sich sichtbar machen lässt, so würde man dieselbe nach meiner Meinung nicht nothwendig für die äussere Haut der Gallengänge halten müssen, sondern sie mit demselben Rechte für die Haut der Haargefässe halten können, welche mit den Gallengängen verwachsen ist.

Die Injectionen, welche *Natalis Guillot****) in die Gallengänge bei dem Schweine, Schafe und Kaninchen gemacht hat, überzeugten ihn, dass die sogenannten interlobularen Pfortaderäste von einem Netze anastomosirender Gallengänge dicht umgeben sind. Auch die kleinsten Gallengänge, die die sogenannten Leberläppchen bilden helfen, beschreibt er als unter einander anastomosirende Gänge, die ein dichtes Netz hervorbringen. Er bildet sie aber als viel engere Canäle als die Haargefässe ab und nimmt an, dass sie die Lücken oder Maschen des Haargefässnetzes nicht ausfüllen, sondern dass sie noch von den sogenannten Leberzellen umgeben sind und gemeinschaftlich mit diesen jene Lücken ausfüllen. Diese engsten Gallencanäle beschreibt er als Wege zwischen den Leberzellen, die

*) Dr. *J. Hyrtl*, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Prag, 1846. p. 462.

**) *Car. Leonh. Joannis Backer:* Dissertatio med. inaug. de structura subtiliori hepatis sani et morbosi. Trajecti ad Rhenum, 1845. 8.

***) *Natalis Guillot:* Structure du foie des animaux vertébres lu a l'Ac. des sc. le 7 Sept. 1846. Annales des sc. nat. Paris, 1848. p. 128. seq. Tab. 13, 14, 15.

Digitized by Google

keine eignen Wände haben, sich aber in die mit einer eigenthümlichen Wand versehenen, etwas grösseren Gallengänge fortsetzen. Aber auch an den Leberzellen konnte er weder durch Alkohol noch durch Aether, noch durch Säuren, noch durch Alkalien die geringste Spur einer Wand wahrnehmbar machen, vielmehr zerfallen sie nach seiner Behauptung unter den Augen des Beobachters in Stücken und Moleculen. Er gesteht, dass er noch nicht zu einem bestimmten Resultate über den Zusammenhang der Leberzellen und der kleinsten Gallengänge gelangt ist.

*Retzius**) machte durch seine vortrefflichen Injectionen bei Menschen und mehreren Thieren, namentlich auch bei Katzen und Eichhörnchen «Plexus von Gallengängen sichtbar, welche so zu sagen durch die Capillaradernetze hindurchgewebt sind.» Diese Röhrenausbreitung der Gallengänge ist nach ihm beim Menschen «so vollständig netzförmig, dass weder Stämme noch Aeste in Frage kommen können.»**) Beim Eichhorn erschien die Dicke der das Netz bildenden Gallencanäle etwas geringer als die der capillaren Blutröhren, ihre Maschen sind etwas kantig rundlich und verhältnissmässig etwas grösser, «so dass sie durch die Blutgefässnetze hindurchgewirkt eben in die Maschen jenes Netzes passen». Die Injection hatte jede ihrer Röhrenabtheilungen mit ihren verschiedenen Farben gut gefüllt, ohne dass dieselben sich mit einander vermengt hatten.***)

Retzius hat mir seine vortrefflichen injicirten Präparate von der Leber der Thiere und namentlich auch von der Leber des Eichhorns zugeschickt und ich finde, dass die hier angeführte Beschreibung vollkommen den Präparaten entspricht. Man sieht an ihnen deutlich, dass sich die Haargefässe und die kleinsten Gallengänge vollkommen an einander anschliessen und dass kein Zwischenraum zwischen ihnen existirt. Zugleich ist zu bemerken, dass sich *Retzius* auf directem Wege von der Anwesenheit einer die kleinsten Gallengänge umgebenden Haut überzeugt und sie ganz so befunden hat, wie sie von *Schröder van der Kolk* (in *Backers* Dissertation) dargestellt worden ist, nämlich die Leberzellen umschliessend. Er macerirt die Leber in Aether,

*) *Retzius*, Ofversigt af Kongl. Vetenskaps-Academiens Förhandlingar f. Januari 1849, übersetzt von F. Creplin in Müllers Archiv 1849. p. 154.

**) Siehe Müllers Archiv 1849. p. 157.

***) *Retzius* in Müllers Archiv 1849. p. 165.

Digitized by Google

trocknet sie dann und schneidet sehr dünne Lamellen und legt dann diese Lamellen in Wasser. Es gilt von dieser Haut Dasselbe, was ich oben von der von *Backer* beschriebenen Haut gesagt habe, dass sie vielleicht den Haargefässen angehört, die mit den Gallengängen verwachsen sind.

Gerlach stimmt gleichfalls mit mir darin überein, dass die kleinen Gallengänge in den sogenannten Leberläppchen unter einander anastomosiren und dadurch ein Netz bilden, und dass sich die von den Gallengängen und von den Capillargefässen gebildeten Netze gegenseitig durchstricken, und dass die Oberfläche der kleinen Gallengänge sehr uneben ist. Er ist aber darin verschiedener Meinung, dass er, wie viele Andere, behauptet, die Leberzellen wären ringsum von einer Haut umschlossen und lägen nur neben den Gallengängen und neben einander. Ihre Höhle stehe weder mit der Höhle der Gallengänge noch mit den Höhlen benachbarter Leberzellen in Communication. Nach Behandlung mit verdünnter Kalilösung liessen sich die einzelnen Leberzellen, welche eine Reihe constituirten, gänzlich von einander isoliren und stellten dann vollkommen geschlossene Bläschen dar.

Nach ihm haben die Gallengänge an der Oberfläche der sogenannten Leberläppchen und in der Nähe der Oberfläche in den Läppchen eine nachweisbare Wand, zugleich aber einen kleineren Durchmesser als nach der Mitte zu, wo sie sich plötzlich beträchtlich erweiterten, aber keine Wand besässen, sondern als Intercellulargänge zu betrachten wären. Der Durchmesser jener engen, mit einer Wand versehenen Gallengänge betrüge 0,002‴ bis 0,004‴, d. h. $^1/_{500}$ bis $^1/_{250}$ Linie, und höchstens 0,008 bis 0,01, d. h. $^1/_{125}$ bis $^1/_{100}$ Linie (in der Schrift steht 0,08‴ bis 0,1‴, was offenbar ein Druckfehler ist). Der Durchmesser dieser weiter werdenden Gallengänge, die keine Wand besitzen, sei zwei Mal oder drei Mal so gross, nämlich sogar bisweilen 0,015‴ oder $^1/_{66}$ Linie.

Aus meinen Injectionen und aus den von mir mikrometrisch untersuchten Präparaten von *Retzius* ergiebt sich, dass ein solcher bedeutender Unterschied des Durchmessers der Gallengänge, die die Netze in dem peripherischen und im centralen Theile der sogenannten Leberläppchen bilden, nicht existirt, und die positiven Erfahrungen, wo diese Netze der Gallengänge einen mehr gleichmässigen und ansehnlichen Durchmesser haben müssen, mehr gelten, als *Gerlachs* negative Erfahrungen, wo ein

Digitized by Google

Theil derselben so äusserst dünn, ein anderer so sehr dick war, denn es ist eine bekannte Erfahrung, dass Canäle, in welche eine dünne Flüssigkeit eingespritzt wird, an verschiedenen Stellen leicht einen sehr ungleich grossen Durchmesser bekommen. Dass bei manchen Thieren die Gallengänge, die die Galle von den Läppchen wegführen, enger sind als die Gallengänge, welche die Netze in den Leberläppchen bilden, stimmt mit meinen Erfahrungen überein. Diese Einrichtung hängt damit zusammen, dass jene Gallengänge nicht bestimmt sind, die unaufgelösten Kügelchen des Lebersecrets aus den Netzen der Gallengänge fortzuführen, sondern eine Flüssigkeit, die aufgelöste Stoffe enthält.

Der Versuch *Gerlachs* mit einer Auflösung von Aetzkali, um eine Zertheilung der Zellenreihen in einzelne Zellen zu bewirken, scheint mir nur zu beweisen, dass durch dieses Mittel die Gallencanäle, während sie aufgelöst werden, in Stücke zerfallen.

Henle's allgemeine Anatomie erschien nur ein halbes Jahr später als meine oben angeführte Arbeit über die Leber, die er noch nicht gekannt hat. Er denkt sich die Leber als eine compacte, von Gefässen durchzogene Masse von Zellen, welche nur aus einander weichen, um cylindrische Hohlräume freizulassen, in welchen das Excret sich sammelt. Die Stelle, die das Excret einnimmt, wäre demnach Anfangs ein blosser Intercellulargang. Erst wenn mehrere Intercellulargänge sich verbinden, entsteht als Wand derselben eine eigne Haut, an deren Innenseite die Zellen einem Epithelium gleich sich anlegen, während aussen neue Lagen und zuletzt ringförmige Fasern gebildet werden. Das flüssige Excret aber, welches die Intercellulargänge füllt, müsste entweder aus den Zellen in dieselben deponirt, oder durch allmählige Auflösung der successiv nachwachsenden Zellen frei werden. Er giebt aber diese ganze Betrachtung nur für eine Hypothese, die ihm am wahrscheinlichsten vorkommt. Aehnliche Hypothesen haben nun auch nach ihm *Backer* und *Gerlach* gemacht.

*Huschke**) dagegen beschreibt sehr dünne, von den sogenannten Leberzellen ausgehende Fäden, die $^1/_{684}$ Linie im Durchmesser haben, und vermuthet, dass sie sehr enge Ausführungsgänge der Leberzellen wären, die sich zu grösseren Gallengängen

*) *Sömmerring*, Lehre von den Eingeweiden, umgearbeitet von *E. Huschke*. Leipzig 1844. p. 135.

Digitized by Google

vereinigten. Meine Injectionen der Leber der Frösche scheinen der Ansicht günstig zu sein, dass beim Frosche allerdings auch eine solche Endigung der dünnsten Aeste der Gallengänge in erweiterte geschlossene Zellen an manchen Orten der Leber vorkomme, sie zeigen aber zugleich, dass ausserdem die Wände der Gallengänge durch bläschenartige Erhabenheiten uneben sind, deren Höhle mit der Höhle der Gallengänge nicht durch einen hohlen Stiel, sondern unmittelbar communicirt. Einen ähnlichen Bau, aber in einem sehr grossen Maassstabe, hat *Hyrtl**) an der Oberfläche von *Helix* und *Arion* gesehen. Die von ihm mit Injectionsmasse gefüllten bläschenartigen Enden waren so gross, dass einige bis ⅓ Linie im Durchmesser hatten. Jeder *Acinus* enthielt nur ein solches bläschenförmiges Ende. *Hyrtl* sagt: «Es ist dieser Fall um so merkwürdiger, als es mir bei Wirbelthieren nie gelingen wollte, blasige Enden der Gallengefässe durch Einspritzung darzustellen.»

4. *Die menschliche Leber ist nicht aus Läppchen zusammengesetzt.*

Nachdem zuerst *Wepfer***) gezeigt hatte, dass die Leber des Schweins durch Kochen in kleine Läppchen zerlegt werden könne, mit der Bemerkung, dass ihm diese Operation an der Leber anderer Thiere nicht gelungen sei, und nachher *Malpighi****) zu beweisen gesucht hatte, dass die Leber vieler Thiere aus kleinen Läppchen bestünde, die durch Scheidewände von einander getrennt wären, unterschied später *Ferrein*†) an jedem Läppchen eine gelbröthliche Corticalsubstanz, zu der sich die Endäste der *Vena portae* begäben, und eine weiche rothe Medullarsubstanz, die das Centrum jedes Läppchens bilde und in der die kleinsten Lebervenenästchen ihren Anfang nähmen. In neuester Zeit wurde die Lehre von den Läppchen der Leber von *Kiernan* weiter ausgeführt und durch Figuren erläutert.

---

*) *Hyrtl*, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Prag, 1846. p. 462.

**) *Wepfer*, wörtlich angeführt in *Portal Hist. de l'anatomie et de la chirurgie, Tome* III. *Paris*, 1770. 8. pag. 243.

***) *Malpighi: De viscerum structura. De hepate cap.* II.

†) *Ferrein* in *Histoire de l'acad. roy. des sc. Année* 1733. p. 37.

Digitized by Google

Vogel und *Henle**) konnten keine Bindegewebfasern an der Oberfläche und in den Interstitien der Leberläppchen finden, nahmen aber doch Leberläppchen und Interstitien zwischen ihnen an, und *Henle* glaubte auch in diesen Interstitien Fett zu sehen.

Im Jahre 1842 zeigte ich,**) dass bei der genauesten mikroskopischen Untersuchung weder Scheidewände noch Spalten gefunden würden, welche die sogenannten Leberläppchen in der *menschlichen* Leber von einander absonderten, dass zwar die Art und Weise, wie sich die kleinsten Zweige der *Vena portae* um kleine Lebermassen herum krümmten, den Schein hervorbrächten, als existirten daselbst Scheidewände, dass sich aber die Haargefässnetze eines sogenannten Läppchens zwischen jenen Aesten der *Vena portae* hindurch continuirlich in die Haargefässnetze der benachbarten Läppchen fortsetzten, und dass dasselbe von den Netzen der Gallengänge gelte. Ich behauptete demnach: das Parenchym der menschlichen Leber hänge also durch die ganze Leber continuirlich zusammen. Ob aber die Leber nicht vielleicht bei ihrer ersten Bildung aus Läppchen bestehe, liess ich ausdrücklich unentschieden und hielt es sogar für wahrscheinlich.***) *A. Krukenbergs*†) Untersuchungen stimmten mit der meinigen überein, er fand weder Scheidewände noch Spalten, sondern einen continuirlichen Zusammenhang des Parenchyms der Leber und leugnete daher die Existenz von Läppchen gleichfalls.

J. Müller††) aber erklärte sich gegen diese Behauptung und stützte sich hauptsächlich auf seine Untersuchungen der Leber des Schweins. Er zeigte, dass sich die Läppchen der Leber

---

*) *Henle*, Allgemeine Anatomie. Leipzig, 1841. p. 904.

**) *Annotationes anatomicae et physiologicae Prolusio* VIII, *die XX. mens. Sept.* 1842. «*Num hepar humanum in lobulos divisum sit nec ne.*»

***) *Annotationes anatomicae Prolusio* VIII. *Lipsiae*, 1842. p. 10: *Disquisitiones anatomicae ad illustrandam structuram hepatis omnes a me in homine adulto factae sunt excepto pullo gallinaceo. Quam ob rem de ratione, qua ductus biliferi in embryonibus oriuntur et crescunt, judicium ferre non audeo. Ex iis, quae de vasorum biliferorum aberrantium forma narravi, suspicandum est, formam vasorum biliferorum in parvis embryonibus non eandem esse, quam in adultis.*

†) *A. Krukenberg* in Müllers Archiv 1843. p. 321.

††) *Joh. Müller* in demselben Hefte des Archivs der Physiologie.

Digitized by Google

dieses Thieres, wenn man aus derselben dünne Lamellen schneide, leicht durch Spalten von einander trennen, dass, wenn man dickere Lamellen nähme und sie an ihrer Oberfläche schabte und auswüsche, vollständig zusammenhängende häutige Kapseln, wie Bienenzellen, sichtbar würden, und endlich, dass die die Läppchen einschliessenden häutigen Kapseln durch Essigsäure schon in 8 Tagen erweicht und aufgelöst würden, während die Läppchen unverletzt blieben, so dass sich nun die Läppchen beim Zerreissen der Leber mit glatten Oberflächen von einander trennten. Ich habe hierauf gleichfalls die Schweineleber untersucht und gefunden, dass sich dieselbe wesentlich von der Leber des Menschen und von der Leber mehrerer anderer Säugethiere, von der Leber des Hühnchens und der Frösche unterscheide, und dass man hier sowohl an der frischen Leber als an der fein injicirten getrockneten Leber deutliche Scheidewände zwischen den Läppchen der Leber wahrnehme. Allein eben so gewiss kann ich versichern, dass die menschliche Leber und die Leber der meisten anderen Thiere nicht in Läppchen getheilt ist. Bei verschiedenen Thieren können in dieser Beziehung wohl Verschiedenheiten obwalten. Bei den Säugethieren sind die Lungen in Läppchen getheilt, bei den Vögeln sind sie es nicht; bei ihrer ersten Entstehung dagegen sind sie es vielleicht auch bei den Vögeln. Eben so findet man Thiere, bei welchen die Niere in abgesonderte Läppchen zerfällt, während sie bei andern nicht in Läppchen getheilt ist.

Alle die von *J. Müller* angeführten Versuche, durch welche er beweist, dass die Leber des Schweins aus Läppchen besteht und dass diese Läppchen durch häutige Scheidewände von einander getrennt werden, gelingen bei der Leber des Menschen nicht und eben so wenig bei der Leber vieler anderer Thiere, die ich sehr genau untersucht habe. Ich habe dickere und dünnere, mit dem Doppelmesser geschnittene Lamellen der menschlichen Leber und der Leber des Frosches über einen Monat in *Acidum aceticum* liegen lassen, und es ist auch keine Spur einer Trennung derselben in Läppchen erfolgt, vielmehr gehen sowohl die Netze der Haargefässe als auch die Netze der Gallengänge ohne Unterbrechung von einem sogenannten Läppchen zu dem benachbarten Läppchen fort. Nur wo die in ihrer *Capsula Glissonii* eingeschlossenen Zweige der *Vena portae* liegen, werden diese Netze unterbrochen, aber in den Zwischenräumen dieser

Digitized by Google

Zweige setzen sie sich von einem Läppchen zum andern fort, und zwar nicht bloss die Netze der Haargefässe, sondern auch die Netze der Gallengänge.

Dass die Leber des Schweins in Läppchen getheilt sei, habe ich niemals geleugnet, und eben so wenig habe ich geleugnet, dass auch die menschliche Leber durch eine fehlerhafte erste Bildung oder auch durch Krankheiten einen lobulären Bau annehmen könne, denn ich habe hierüber keine Untersuchungen gemacht.

Ein wesentlicher Punkt, auf welchen es bei dem Baue der Leber ankommt, besteht nach meiner Lehre darin, dass die kleinsten Blut vertheilenden Aeste der Pfortader und die kleinsten Blut sammelnden Aeste der Lebervenen in allen Theilen der Leber einander so gegenübergestellt sind, dass der Zwischenraum zwischen ihnen überall beinahe gleich gross ist und dass also die Schicht von Haargefässen, welche diesen Zwischenraum ausfüllt, in allen Theilen der Leber eine ziemlich gleiche Mächtigkeit hat. Jene Entfernung ist sehr constant, während die Grösse der sogenannten Leberläppchen an verschiedenen Theilen derselben Leber sehr verschieden gefunden wird. Es kommt nämlich sehr darauf an, dass die Hindernisse, welche das Blut zu überwinden hat, indem es aus den kleinsten Pfortaderästen durch die Haargefässe hindurch bis in die kleinsten Lebervenenäste gepresst wird, in allen Theilen der Leber ziemlich gleich seien. Nun ist aber der aus der Friction entspringende Widerstand desto grösser, 1) je enger die Haargefässe sind, durch die das Blut hindurchgepresst wird, und 2) je länger die engen Canäle der Haargefässe sind. Wenn daher dieser Weg in einem Theile der Leber kürzer als in einem andern Theile derselben wäre, oder wenn er bei gleicher Länge dort von weiteren, hier von engeren Haargefässen gebildet würde, so würde das Blut in jenem Theile der Leber schneller und in grösserer Menge herüberströmen als in diesen Theilen, und umgekehrt. Dieses ist dadurch verhütet, dass die gerade Entfernung eines kleinsten Pfortaderästchens, das sich in Haargefässe auflöst, von dem ihm gegenüberliegenden kleinsten Lebervenenästchen, in das die Haargefässe sich münden, nicht sehr verschieden ist und nur etwa zwischen $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{7}$ Linie schwankt. Die Länge des Haargefässnetzes, welches beide Aestchen verbindet, beträgt also auch zwischen $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{7}$ Par. Linie. Die Grösse der Läppchen

Digitized by Google

schwankt bei dem Menschen zwischen viel weiteren Grenzen und hat auch keinen wesentlichen Einfluss auf die Verrichtung.

Die Einrichtungen, welche getroffen sind, dass das Blut in allen Theilen der Leber einen ziemlich gleich langen Weg aus den engen Pfortaderästen durch die Haargefässe hindurch in die engen, dasselbe sammelnden Lebervenenäste zu machen habe, bringen den Schein hervor, als bestünde die Leber aus Läppchen.

*Hyrtl**) ist bei seinen Untersuchungen, ob die Leber aus Läppchen bestehe, zu einem ähnlichen Resultate gelangt wie ich. Er sagt: «*Kiernans* Ansicht des Gefässbaues der Leber, welche übrigens, wie er selbst pag. 769 gesteht, nicht durchaus auf objective Anschauung gegründet ist, wurde allgemein angenommen und zählt die grössten Männer der Wissenschaft unter ihre Anhänger. Im Jahre 1843**) trat *E. H. Weber* mit einer neuen Ansicht über den Bau der Leber auf, in *Müllers* Archiv pag. 303, welche auf Untersuchungen des frischen und injicirten Leberparenchyms gegründet ist, und welcher mit einigen Modificationen zu folgen meine eignen Erfahrungen mich bestimmen. Die *Acini* oder *Lobuli* existiren nicht als unabhängige Theilchen des Leberparenchyms, die in eine besondere isolirende Zellgewebhülle eingeschlossen wären. Die ganze Leber ist ein einziger grosser *Acinus*, in welchem die Blut- und die Gallengefässe capillare Netze von fast gleichen Durchmessern bilden. Diese Masse genetzter Blut- und Gallengefässe wird durch zahlreiche Fortsetzungen der *Capsula Glissonii* durchsetzt, welche Fortsetzungen jedoch niemals die ganze Lebermasse in aliquote und wie die *Acini* anderer Drüsen von einander unabhängige Läppchen theilen. Die Stämmchen des Gallengefässnetzes liegen in den Lücken des Blutgefässnetzes. Ein Netz ist durch das andere durchgeflochten, und sie stehen beide in so inniger Berührung, dass keine Zwischenräume frei bleiben. *Weber* ging nur in so fern zu weit, als er die Fortsetzung der *Glisson*'schen Capsel, durch welche das Leberparenchym in kleinere Partikeln getheilt wird, leugnete, was um so leichter möglich war, als man an injicirten Lebern diese Fortsetzungen wirklich nicht sieht.***)

---

*) *Hyrtl*, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. Prag, 1846. p. 462.

**) Nicht erst im Jahre 1843, sondern in der oben angeführten Abhandlung schon im Jahr 1842.

***) Diese von *Hyrtl* mir zugeschriebene Meinung ist nicht so von mir ausgesprochen worden. *Hyrtl* legte sie mir bei, weil ich in meinem spätern

Digitized by Google

Das gesprenkelte, ungleich gefärbte Ansehn der menschlichen Leber wurde für den Ausdruck ihres acinösen Baues genommen. Dieses ist aber Folge der ungleichen Blutverbreitung in der Leber der Leiche, fehlt an der lebenden Leber und kann auch in der Leiche durch Einspritzung von Wasser in die Leberarterie und Auswaschen der Blutgefässe verschwinden gemacht werden. Wurden Leberinjectionen mit feinen erstarrenden Massen durch ein Gefäss, z. B. die Pfortader, gemacht, so füllten sich nur jene Theile des Capillarnetzes, welche zunächst die letzten Zweige der Pfortader umgeben. Alle diese partiellen injicirten Parenchymtheile, welche die Form von *Acini* täuschend vorspiegeln, flossen in einander, wenn die Injection weit genug vorrückte oder wenn zugleich die *Vena hepatica* mit derselben Masse gefüllt wurde. Schneidet man eine solche Leber auf, so sieht man an der Schnittfläche auch nicht die Spur von Begrenzungen einzelner Läppchen, sondern eine continuirliche homogene Netzmasse. Ich besitze solche Präparate von 31 Thiergeschlechtern und finde mich durch ihre Untersuchung veranlasst, bezüglich der Gefässanastomose zwischen allen *Acinis*, jedoch nicht bezüglich der geleugneten Existenz zellgewebiger *Acinus*-Hüllen, auf *Webers* Seite zu treten. — Sie existiren ganz gewiss, aber, wie ich überzeugt bin, nicht als Isolatoren der *Acini*, da die Capillargefässe und die feinsten Gallengefässe eines *Acinus* mit denselben Gefässen aller umliegenden *Acini* zusammenhängen. Die zelligen Fortsetzungen der *Capsula Glissonii* scheinen mir nur deshalb das Leberparenchym zu durchziehen, um es mit dehnbaren Balken zu stützen

---

kurzen Aufsatze (in Müllers Archiv 1843) der *Capsula Glissonii* nicht erwähnt habe, deren Verbreitung ich als bekannt voraussetzte. In dem besonderen Abdrucke meines Programms, welcher von dem Buchdrucker sogleich beim Erscheinen des Programms gemacht worden ist, und den ich damals an viele meiner gelehrten Freunde geschickt habe, namentlich an *J. Müller*, *Henle*, *Rusconi*, *R. Wagner*, *Krause*, *Retzius*, *Hyrtl*, *Purkinje*, *Rathke*, *Burdach* und *Mandl*, habe ich, um jedes Missverständniss zu vermeiden, den Zusatz zu dem Programme gemacht (pag 223): »*Rami arteriae hepaticae simul cum ductibus biliferis ramisque venae portae substantiam hepatis percurrunt. Viae in substantia hepatis excavatae sunt. Ibi haec tria genera vasorum tela cellulosa, capsula Glissonii, circumdantur hepatique annectuntur*». Ich leugne daher nicht, dass die von der *Capsula Glissonii* umgebenen Aestchen der Pfortader sich um kleine Abtheilungen herumbeugen, die man Leberläppchen nennt.

Digitized by Google

und seine Brüchigkeit zu vermindern, nicht um Begrenzungen besonderer selbstständiger *Acini* zu bilden.»

Auch die Untersuchungen von *Retzius* stehen mit meinen Angaben nicht im Widerspruche, sondern bestätigen dieselben in der Hauptsache. Er spricht zwar so wie ich und *Hyrtl* von den kleinen, von Aesten der *Vena portae* umgebenen, durch ihre Farbe sich von einander abgrenzenden Abtheilungen der Leber, als von Läppchen, aber er fand unter den von ihm untersuchten Lebern nur bei der des Schweins Scheidewände, welche die Läppchen umgeben und trennen. Diese Scheidewände sieht man auch in seinen Präparaten der injicirten und getrockneten Schweineleber sehr schön. Von der Leber des Eichhorns sagt er dagegen: «Das Präparat zeigt sehr kleine *Lobuli* von wenig regelmässiger Form und oft mit einander zusammenlaufend, ohne durch vollständig umschliessende Gefässe und noch weniger durch besondere Septa oder unterscheidbare Bindegewebalveolen getrennt zu sein.» Von der Leber des Kaninchens sagt er: «Alveoläre Dissepimente der *Capsula Glissonii* waren nicht zu entdecken.» Von der Leber der Katzen heisst es: «Das Präparat aus der Katzenleber zeigt *Acini* von beinahe derselben Grösse wie beim Hunde, welche auch wie bei diesem unter einander verschmolzen sind ohne Bindegewebalveolen oder Dissepimente.» Von der Hundeleber drückt er sich so aus: »Auch bei dieser erscheinen keine alveolären Bindegewebsepimente um die *Acini*, welche so wie im vorigen Präparate (vom Hunde) mit einander verschmolzen sind. Indessen sind sie doch aus der Vertheilung der kleineren Pfortaderzweige deutlicher hervortretend (als bei dem Menschen).» Von der Leber des Menschen sagt er: dass der Bau im Grunde und zu Anfange acinös oder lobulär wäre, dass die Läppchen aber unter mehrfachen Veränderungen mit einander verschmelzen könnten; dadurch ginge das lobuläre Ansehn verloren, könnte aber unter gewissen Verhältnissen wiederkehren. Er fand «keine alveolären Sepimente,» wohl aber sah er «die weiten Scheiden der *Capsula Glissonii*, welche den stammförmigen und zweigförmigen Fortsetzungen der Pfortader durch das ganze Organ hindurch bis dahin folgen, wo diese Ader ihre perilobulären Zweige abgiebt.»

«Diese *Glisson*'schen Scheiden scheinen an den Stellen zu liegen, an denen man die *Septa perilobularia* antreffen würde, falls sie erschienen oder vorhanden wären.» Aus der

Digitized by Google

übrigen Darstellung, die *Retzius* von seiner Untersuchung gegeben hat, geht hervor, dass er bei dem Menschen, bei der Katze und beim Hunde nicht deswegen die Existenz der *Lobuli* in der Leber annimmt, weil Spalten oder häutige, aus Zellgewebe oder Fett bestehende oder überhaupt sichtbare Scheidewände die Läppchen von einander trennten, sondern weil bei unvollkommenen Injectionen die Blutgefässnetze oder die Gallengangnetze so angefüllt werden, dass sie Wände zu bilden scheinen, die polyedrische oder unregelmässige Räume (Alveolen) umschliessen. Aber dieser Erfolg hängt davon ab, dass die Injectionsmasse bei einer unvollkommenen Injection nur in diejenigen Haargefässe eindringt, die den kleinen Aesten der Pfortader oder der Gallengänge zunächst liegen. Aber bei der Frage, ob die Leber aus Läppchen zusammengesetzt sei, kommt es eben darauf an, ob die kleineren Abtheilungen des Leberparenchyms durch Scheidewände oder Spalten von einander ringsum abgesondert werden. Hängen, wie ich behaupte, jene Abtheilungen des Leberparenchyms zwischen den sogenannten perilobulären Zweigen der Pfortader und ihren von der *Glisson*'schen Capsel herrührenden Scheiden unter einander continuirlich zusammen, d. h. setzen sich die Netze der Gallengänge und der Haargefässe von einem solchen Läppchen zum andern fort, und sind also zwar die Pfortaderäste, nicht aber jene kleinen Abtheilungen des Leberparenchyms von der *Capsula Glissonii* umgeben, so ist die Unterscheidung von einzelnen *Lobulis* unstatthaft, und so verhält sich's beim Menschen und, wie es mir scheint, bei den meisten Säugethieren, nicht aber bei dem Schweine.

Backer,*) welcher die Untersuchungen von *Schröder van der Kolk* bekannt gemacht hat, spricht sich zwar so aus, als würde durch sie die Eintheilung der Leber in Läppchen bestätigt. Allein das ist keineswegs der Fall. Er bildet zwar Fig. 1. zwischen den Läppchen der menschlichen Leber grosse weite Spalten ab, dass aber diese Spalten durch eine Pressung und Zerreissung einer dünnen Lamelle der Leber entstanden sind, sieht man auf dieser Abbildung daraus, dass die Läppchen an manchen Orten durch ihre Capillargefässe continuirlich unter einander zusammenhängen.

*) *Backer: De structura subtiliori hepatis sani et monstrosi. Trajecti ad Rhenum*, 1845. 8.

Digitized by Google

Scheidewände, welche die Läppchen der Leber ringsum umgeben und von einander getrennt hätten, fand er nicht. Er sah, dass die Läppchen da von einander geschieden waren, wo zwischen ihnen ein interlobulärer Pfortaderast lag, der von seiner *Capsula Glissonii* umgeben war, und in so fern behauptete er, dass die Läppchen an gewissen Stellen von der *Capsula Glissonii* umgeben würden. *) Aber zwischen den ein Leberläppchen umgebenden interlobulären Pfortaderästchen giebt es grosse Zwischenräume, und in diesen Zwischenräumen sah er die kleinen Gallengänge von einem Läppchen in das benachbarte Läppchen übergehen, und eben so sah er daselbst das Haargefässnetz von einem Leberläppchen in das andere übergehen. Man sieht hieraus, dass die Präparate von *Schröder van der Kolk* Dasselbe bestätigen, was ich von den sogenannten *Lobulis* der Leber behauptet habe. Sie werden nur durch die Linien von einander geschieden, welche die Pfortaderzweige zwischen ihnen bilden. An den viel grösseren Theilen ihrer Oberfläche aber, wo sie nicht mit einem solchen Pfortaderzweige und seiner von der *Glisson*'schen Capsel herrührenden Scheide in Berührung sind, hängt das Parenchym des einen Läppchens continuirlich mit dem Parenchym des andern Läppchens, zusammen, oder mit anderen Worten, es setzen sich daselbst die kleinen Netze der Blutgefässe und die kleinen Netze der Gallengänge von einem Läppchen zum andern continuirlich fort.

5. *Ueber die Endigung der Leberarterie und ihre Verrichtung.*

Dasjenige Blut der Leberarterie, welches zur Ernährung der Gallenblase dient und ausserdem die Absonderung von Schleim an der inneren Oberfläche und von seröser Feuchtigkeit an der

*) *Backer* a. a. O. p. 37: «*Plurimi igitur lobuli non ubique capsula cinguntur et a vicinis separantur, sed tantum in locis, ubi venae et venulae interlobulares* (Pfortaderäste) *decurrunt*». — «*Lobuli ergo, plures saltem, mutuo cohaerere videntur pluribus in locis, ope retis intermedii*». «*In quibusdam partibus cohaerere lobulos, i. e. tubulos biliferos ex uno in alterum transire, postea videbimus*». *Backer* tadelt mit Recht den *Kiernan*, dass dieser die Läppchen ringsum von den Interlobularen (Pfortaderästchen) umgeben gezeichnet hätte. Die diese Läppchen umgebenden Aestchen lägen nicht in einer Ebene und könnten daher nicht bei einem Durchschnitte in ihrem ganzen Verlaufe getroffen werden.

Digitized by Google

äusseren Oberfläche derselben bewirkt, dient noch, nachdem es diese Zwecke erfüllt hat, zur Secretion der Galle. Die Gallenblase ist nämlich mit besonderen Venen versehen, welche die Arterien so begleiten, dass jeder Arterienast zu beiden Seiten eine Vene hat und also zwischen 2 Venenzweigen liegt. Hierdurch unterscheiden sich die Venen der Gallenblase sehr von denen des Magens, der Gedärme und der übrigen Unterleiborgane; denn in allen diesen Theilen begleitet jeden Arterienzweig nur eine Vene. Die Venen der Gallenblase bilden ziemlich dichte Netze, die alle aus doppelten Venenzweigen bestehen, und setzen endlich ungefähr 5 Venenstämme zusammen, welche an verschiedenen Orten die Gallenblase verlassen, in die Leber eindringen und sich daselbst nach dem Muster des Stammes der *Vena portae* als blutzuführende Gefässe in Zweige und diese wieder in kleinere Zweige theilen, welche mit den kleinen Zweigen der *Vena portae* anastomosiren und zuletzt in das Haargefässnetz übergehen, welches zwischen den Enden der *Vena portae* und den Anfängen der Lebervenen liegt. Die Venen der Gallenblase erfüllen sich durch die erwähnten Anastomosen, wenn man die *Vena portae* injicirt, und ich muss mich daher wundern, dass, so viel ich weiss, dieses Verhalten der Gallenblasenvenen von mir zuerst beschrieben worden ist.*) Hätte das Blut dieser Venen nicht die Bestimmung, zur Gallensecretion benutzt zu werden, so würden sich dieselben zu den Lebervenenzweigen begeben und in diese einmünden.

Bei dieser Gelegenheit habe ich zu bemerken, dass auch die *Vena coronaria dextra* des Magens, die man auch *vena pylorica* nennen kann, nicht in den Stamm der *Vena portae* geht, sondern als ein zuführender Stamm selbstständig in die Leber tritt und sich daselbst in Zweige theilt. Auch der *Ductus choledochus* und *hepaticus* werden häufig von 2 Venen begleitet, die gleichfalls in die Leber eindringen und nach Art des Stammes der *Vena portae* sich daselbst in Aeste theilen.

Die zur Leber selbst gehenden Aeste der Leberarterie begeben sich theils zu dem serösen Ueberzuge derselben, theils zu dem Zellgewebe der *Capsula Glissonii*, theils zu den Wänden der grösseren Aeste der *Vena portae* und *Venae hepaticae*. Die

*) *Annotationes anatomicae et physiologicae Prolusio VI. Lipsiae, die IX. Febr.* 1841 und nachher in der Sammlung dieser Programme *Sectio II p.* 223.

Arterien des serösen Ueberzugs dringen meistentheils aus dem Innern der Leber an die Oberfläche und zeichnen sich dadurch aus, dass sie sich nicht schnell in Haargefässe auflösen, sondern sehr lang und dünn sind und in grossen, schön geschwungenen Beugungen die Oberfläche der Leber durchlaufen. Um über den Weg genauer urtheilen zu können, welchen das Blut der Leberarterie zuletzt einschlägt, machten mein Bruder und ich, nach meiner Methode, die Haargefässe kalt zu injiciren, gelbe Einspritzungen in die Aorta und weisse in die *Vena cava* des Menschen. Im Zellgewebe, in den Muskeln und in verschiedenen Häuten des Körpers war die gelbe Materie aus den Arterien durch die Haargefässe in die kleinen Venen übergegangen, welche die Arterien begleiten. Aber in der Leber gab es keine solchen, die Arterien begleitenden, Venen, die Arterien lösten sich vielmehr in ein Haargefässnetz auf, das sich leicht von dem Haargefässnetze unterscheiden liess, welches zwischen den Pfortader- und Lebervenenästen liegt. Denn die Zwischräume oder Maschen waren in dem *Rete capillare arteriosum* viel grösser und die Canälchen selbst waren etwas enger als bei dem *Rete capillare* der *Vena portae* und *Venae hepaticae*. Aus diesem Netz gingen einzelne Zweige in die Röhrchen des *Rete capillare* der *Vena portae*. Das *Rete capillare arteriosum* anastomosirt also unmittelbar mit dem *Rete capillare Venae portae*, und das Blut wird also auch hier, nachdem es zur Ernährung gedient hat, nochmals zur Secretion der Galle benutzt. Hätte es für diesen zweiten Zweck nicht verwendet werden sollen, so würde das *Rete capillare arteriosum* in unmittelbarer Communication mit den Lebervenenästen gestanden haben.

Die arteriösen Haargefässe begeben sich nicht in die Zwischenräume oder Maschen des Haargefässnetzes der *Vena portae* und *Venae hepaticae*. Diese Maschen werden ganz und gar von den kleinsten Gallengängen ausgefüllt.

6. *Für die Untersuchung des Baues und der Verrichtung der Leber ist die grosse Veränderung von Wichtigkeit, welche die Leber bei dem Hühnchen am neunzehnten und zwanzigsten Tage der Bebrütung erleidet. Nachdem die Dotterkugel durch den Nabel in den Bauch hereingezogen worden, wird der Dotter durch die Blutgefässe schnell resorbirt und in die Gallengänge abgesetzt, so dass dieselben mit Dotterkügelchen erfüllt werden und die Leber gelb wie Dotter wird. Eine ähnliche Erfüllung der Gallengänge mit gelben*

Digitized by Google

Kügelchen beobachtet man bei den Fröschen zur Zeit des beginnenden Frühjahrs.

Von diesen Beobachtungen werde ich in der folgenden Sitzung ausführlicher handeln.

Erklärung der Figuren.

Fig. II. Geschlossene Enden der Gallengänge an der Oberfläche der Leber einer Katze, in deren *Ductus choledochus* weisse Masse eingespritzt worden war, 30 Mal vergrössert und bei von oben kommender Beleuchtung gezeichnet. Sie liegen in Trüppeln beisammen, bei *a* sind manche länglich und gewunden, manche erscheinen als ovale oder rundliche, etwas erhabene Flecke von $^1/_{66}$ — $^1/_{14}$ Par. Linie im Durchmesser. Wo sie, wie bei *b*, durch die Injectionsmasse sehr ausgedehnt sind, erscheinen sie als etwas grössere polygonale Flecke. Sie sind vermuthlich Dasselbe, was *Krause Acinos* nennt. Ein grosser Theil der Oberfläche der Leber war mit solchen injicirten Enden der Gallengänge bedeckt, im Innern gab es keine solchen Enden.

Fig. III. Enden der Gallengänge, wie sie sich bei 100maliger Vergrösserung auf Schnittflächen der Leber darstellen. *a* ein Gallengang, dessen Oberfläche hüglig und durch die erfüllten Leberzellen uneben ist, dessen Zweige beträchtlich im Durchmesser zunehmen und geschlossene Enden haben, die den *Acinis* von *Krause* zu entsprechen scheinen. Die Wände dieser Enden zeigen noch kleinere, bläschenförmige Unebenheiten, in welche die Injectionsmasse eingedrungen ist, und welche denselben Durchmesser haben, wie die sogenannten Leberzellen.

Fig. IV stellt bei 100maliger Vergrösserung die geschlossenen Enden der Gallengänge an der Oberfläche der Leber der Katze dar, an welchen man bei *a* auch hier und da erfüllte Leberzellen sieht; wo aber die Enden durch die Injectionsmasse sehr ausgedehnt sind, wie bei *b*, sieht man die kleineren Zellen nicht deutlich.

Fig. V ist ein mit weisser Masse erfüllter Gallengang aus dem Innern derselben Leber, 200 Mal vergrössert und gleichzeitig von unten und von oben beleuchtet. *a a a* sind Zellen des unerfüllten Theils der Lebergänge, *b b b* ein mit undurchsichtiger Masse erfülltes Stück eines Gallengangs, dessen Wand durch die erfüllten Leberzellen uneben ist. Die Leberzellen haben ungefähr $^1/_{131}$ Par. Lin. im längeren Durchmesser.

Fig. VI. Ein gelb injicirter Gallengang aus dem Innern der Leber des Frosches, 200 Mal vergrössert. Die mit gelber Masse erfüllten Stücken *a b* und *c d* sind bei von oben kommendem, das mit durchsichtiger Flüssigkeit erfüllte Stück *b c* ist bei von unten kommendem Lichte gezeichnet. Man sieht die durch hervorragende Zellen unebene Wand des Gallengangs. Die bei *e e* gezeichneten Aeste hatten zum Theil $^1/_{400}$ Linie im Durchmesser.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

Digitized by Google

Fig I.

Fig. III.
100 mal.

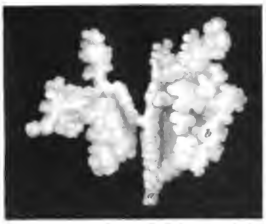


Fig. VI.
200 mal.

Fig. IV.
160 mal.

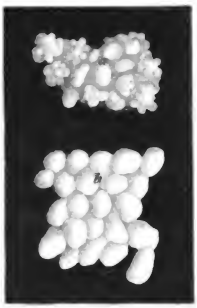
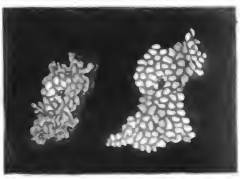


Fig. II.
30 mal.



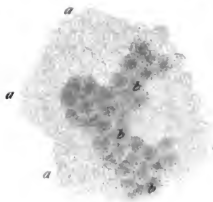


Fig V.
200 mal.

E. H Weber del.

C. Schmied del. lith.

Berichte der Königl. Sächs. Ges. d. Wiss. 1849 pag. 136–138.

Digitized by Google

In der Weidmann'schen Buchhandlung sind erschienen:

ABHANDLUNGEN bei Begründung der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften am Tage der zweihundertjährigen Geburtsfeier Leibnizens herausgegeben von der Jablonowskischen Gesellschaft. Mit Leibnizens Bildniss. Hoch 4. 1846. Preis 5 Thlr.

Inhalt: W. WACHSMUTH Briefe von Leibniz an Christian Philipp.
A. F. MÖBIUS über eine neue Behandlungsweise der analytischen Sphärik. Mit 1 Tafel. (Einzeln 16 Ngr.)
M. W. DROBISCH, Ueber die mathematische Bestimmung der musikalischen Intervalle. (Einzeln 12½ Ngr.)
A. SEEBECK, Ueber die Schwingungen der Saiten. (Einzeln 10 Ngr.)
C. F. NAUMANN, Ueber die Spiralen der Conchylien. (Einzeln 16 Ngr.)
F. REICH, Elektrische Versuche. (Einzeln 7½ Ngr.)
WILHELM WEBER, Elektrodynamische Maassbestimmungen. Mit vielen Holzschnitten. (Einzeln 1 Thlr.)
E. H. WEBER, Zusätze zur Lehre vom Baue und den Verrichtungen der Geschlechtsorgane. Mit 9 Kupfertafeln. (Einzeln 1 Thlr. 10 Ngr.)
C. G. LEHMANN, Beiträge zur Kenntniss des Verhaltens der Kohlensäureexhalation unter verschiedenen physiologischen und pathologischen Verhältnissen. (Einzeln 10 Ngr.)

PREISSCHRIFTEN gekrönt und herausgegeben von der Fürstl. Jablonowskischen Gesellschaft zu Leipzig. I. Hoch 4. 1847. Preis 20 Ngr.

Inhalt: H. GRASSMANN Geometrische Analyse geknüpft an die von Leibniz erfundene geometrische Charakteristik. Mit einer erläuternden Abhandlung von *A. F. Möbius*.

BERICHTE über die Verhandlungen der Königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig. Aus den Jahren 1846 u. 1847. 12 Hefte in gr. 8. Mit Kupfertafeln u. Holzschnitten. Preis jedes Heftes 10 Ngr.

—— Aus dem Jahre 1848. 6 Hefte in gr. 8. Mit Kupfertafeln und Holzschnitten. Preis jedes Heftes 10 Ngr.

—— der philologisch-historischen Classe. 1849. 1.—5. Heft. gr. 8. Preis jedes Heftes 10 Ngr.

—— der mathematisch-physischen Classe. 1849. 1. u. 2. Heft. gr. 8. Preis jeden Heftes 10 Ngr.

ABHANDLUNGEN der mathematisch-physischen Classe der Königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften. Dieselben werden in Heften herausgegeben und es sind bis jetzt zu haben:

P. A. HANSEN, Allgemeine Auflösung eines beliebigen Systems von linearischen Gleichungen. — Ueber die Entwickelung der Grösse $(1 - 2\alpha H + \alpha^2)^{-\frac{1}{2}}$ nach den Potenzen von α. 12 Ngr.
A. F. MÖBIUS, Ueber die Grundformen der Linien der dritten Ordnung 24 Ngr.
C F. NAUMANN, Ueber die cyclocentrische Conchospirale und über das Windungsgesetz von Planorbis corneus. 10 Ngr.
A. SEEBECK, Ueber die Querschwingungen gespannter und nicht gespannter elastischer Stäbe. 10 Ngr.

Digitized by Google

INHALT.

Seite

D'Arrest, Mittheilungen über den zweiten Cometen von 1849 und den neuentdeckten Planeten Hygiea 121

Marchand, vorläufige Mittheilung aus einer Untersuchung: über das Leuchten des Phosphors 126

A. W. Volkmann, physiologische Untersuchung über die Abhängigkeit des Pulses der Lymphherzen vom Nervensysteme . 133

E. H. Weber, über die Abhängigkeit der Entstehung der animalischen Muskeln von der der animalischen Nerven, erläutert durch eine von ihm und Eduard Weber untersuchte Missbildung 136

Derselbe, Zusätze zu seinen Untersuchungen über den Bau der Leber 151

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

Digitized by Google

SEP 27 1907

BERICHTE

ÜBER DIE

VERHANDLUNGEN

DER KÖNIGLICH SÄCHSISCHEN

GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN

ZU LEIPZIG.

MATHEMATISCH-PHYSISCHE CLASSE

JAHRGANG 1850.

LEIPZIG

WEIDMANNSCHE BUCHHANDLUNG.

Digitized by Google

Digitized by Google

INHALT.

D'Arrest, neue Verbesserung der Elemente der Hygiea-Bahn. . S. 1

Möbius, über einen von ihm gefundenen Beweis des Satzes vom Parallelogramme der Kräfte. . . . . - 10

E. H. Weber, über die periodische Farbenveränderung, welche die Leber der Hühner und der Frösche erleidet. . . . . - 15

E. F. Weber, über ein Verfahren, den Kreislauf des Blutes und die Function des Herzens willkührlich zu unterbrechen. . . . . - 29

D'Arrest, über den gegenwärtigen Cometen 1850. I. . . . . - 49

Verzeichniss der bei der K. S. Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig von ihrer Begründung im Jahre 1846 bis jetzt eingegangenen Schriften . . . . . - 57

D'Arrest, über die totale in Syrien beobachtete Sonnenfinsterniss im Jahre 812 nach Christi. . . . . - 63

Hankel, über die Construction eines Elektrometers. . . . . - 71

Derselbe, Messungen über die Grösse der Kraft, welche zwischen einer elektrischen Spirale und einem in ihrer Axe befindlichen Eisenkerne in der Richtung dieser Axe wirkt. . . . . - 78

D'Arrest, Bestimmung der Declination im magnetischen Observatorium zu Leipzig. . . . . - 100

Digitized by Google

D'Arrest, Nachricht von der Entdeckung und den ersten Beobachtungen des Planeten Victoria, des Cometen von Bond und des dreizehnten Hauptplaneten . . . . . S. 105

E. H. Weber, Einige Bemerkungen über den Bau des Seehundes, *phoca vitulina*, und namentlich auch über die Einrichtungen, die sich auf die Erhaltung und Erzeugung der hohen Temperatur des im kalten Wasser lebenden Thiers und auf den Gebrauch der Augen in der Luft und im Wasser beziehen. . . . . - 108

Lehmann, einige vergleichende Analysen des Blutes der Pfortader und der Lebervenen. . . . . - 131

E. H. Weber, Ueber die Anwendung der Wellenlehre auf die Lehre vom Kreislauf des Blutes und insbesondere auf die Pulslehre. . . . . - 164

Digitized by Google

4066

BERICHTE

ÜBER DIE

VERHANDLUNGEN

DER KÖNIGLICH SÄCHSISCHEN

GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN

ZU LEIPZIG.

MATHEMATISCH-PHYSISCHE CLASSE.

1850.

I.

LEIPZIG.
WEIDMANNSCHE BUCHHANDLUNG.
1850.

Digitized by Google

SITZUNG AM 30. MAERZ.

D'Arrest, *Neue Verbesserung der Elemente der Hygiea-Bahn.*

In der Sitzung am 22sten December v. J. habe ich die bis zu jener Zeit angestellten Untersuchungen über die Bahn des zuletzt entdeckten Planeten Hygiea mitgetheilt und zugleich auf die ungewöhnlich grosse Unsicherheit aufmerksam gemacht, welche die wenig zahlreichen und zum Theil ungenauen Beobachtungen, die während der ersten Periode der Sichtbarkeit des Planeten haben angestellt werden können, in dieser Bestimmung zurückgelassen hatten. Es sollen nun hier die Grundlagen für ein neues, fünftes Elementensystem aufgeführt werden, mit der auf diesem verbesserten System beruhenden Vorausberechnung des Laufs für die Zeit der diesjährigen Sichtbarkeit.

Zu den damals aufgeführten vier Bahnbestimmungen hat Herr Prof. *Santini* in Padua zu Ende vorigen Jahres eine neue hinzugefügt*), welche er auf die sämmtlichen Neapolitaner Beobachtungen gegründet hatte. Indessen die Unsicherheit über denjenigen Ort, an welchem Hygiea nach ihrer Conjunction mit der Sonne und nach einer siebenmonatlichen Unsichtbarkeit wieder aufzusuchen sei, wurde dadurch nicht verringert. Eine nach jenen *Santini*'schen Elementen berechnete Ephemeride setzte den Planeten gegenwärtig ausserhalb des Raumes, welchen ihm die verschiedenen hier berechneten Elemente anwiesen. Was überdies diese Wiederauffindung wesentlich erschwerte, war der Umstand, dass Hygiea in diesem Frühjahr sich

*) *Schumacher*, Astr. Nachrichten, No. 702.

Digitized by Google

nahe an der südlichen Grenze ihres Zodiacus aufhielt, so dass nicht nur der sehr tiefe Stand am Horizonte das Aufsuchen eines so feinen Sternes erschwerte, sondern auch die mangelhafte Kenntniss der Sterne unter der siebenten Grösse in diesen südlichen Gegenden so gut wie keinen Anhalt beim Nachsuchen darbot*).

Es ist deswegen auch auf der hiesigen Sternwarte und an andern Orten seit Anfang des Jahres, kurz vor Beginn der Morgendämmrung, vergeblich nach der Hygiea gesucht worden, bis es am 14ten Maerz Herrn Dr. *Galle* gelang, den Planeten als einen Stern zwölfter Grösse mit dem grossen Refractor der Berliner Sternwarte wieder zu erkennen. Ein Gegenstand von so geringer Lichtstärke kann, selbst unter den günstigsten Umständen, mit den hiesigen Instrumenten nicht verfolgt werden. — Folgendes sind die von Herrn Dr. *Galle* erhaltenen Ortsbestimmungen:

1850.	Mittl. Zt. Berlin.	A. R.	Decl.
Maerz 14	$16^h\ 46'\ 18,''0$	$284°\ 22'\ 7,''1$	$-24°\ 16'\ 5,''9$
15	16 53 4,2	284 41 19,1	— 24 13 45,9
17	16 44 38,1	285 18 49,0	— 24 8 28,1

Herr Dr. *Galle* bemerkt hierzu: «Die Declinationen sind rohe Schätzungen, auf $1'$—$2'$ unsicher, die A. R. von Maerz 14 und 15 auf ½ Zeitsecunde unsicher; die A. R. von Maerz 17 ist ziemlich sicher, fünf Durchgänge und mit Rücksicht auf Refraction reduciert.»

Diese Beobachtungen sind trotz ihrer geringeren Genauigkeit von grosser Wichtigkeit, da sie das Mittel bieten, schon jetzt solche Verbesserungen der Bahn eintreten zu lassen, dass man den fernern Lauf mit derjenigen Genauigkeit vorherberechnen kann, welche zur Beobachtung so ungemein lichtschwacher Himmelskörper unumgänglich nothwendig ist. Um zuvörderst die Güte der früheren Elemente, welche aus der Entdeckungsperiode hergeleitet sind, zu schätzen, habe ich diese Berliner Beobach-

*) Den Zodiacus der Hygiea hat Herr *Hubbard* in Washington kürzlich nach meinen zweiten Elementen bestimmt. *The Astronomical Journal* No. 3. Da die Bahnebene seitdem noch bedeutende Aenderungen erlitten hat, so wird eine Wiederholung der Rechnung nothwendig sein.

Digitized by Google

tungen angenähert mit den drei Systemen verglichen, nach welchen Ephemeriden bekannt geworden sind. Es sind dies die *Santini*'schen und die hiesigen mit No. II und IV bezeichneten. Die Unzulänglichkeit der Elemente II. war schon früher erkannt, und aus diesem Grunde eine weitere Ausfeilung veranlasst worden. Diese Vergleichung führt zu folgenden Resultaten:

Fehler der Elemente gegen *Galle*'s Beobachtungen.

1850.	Santini.		Elemente II.		Elemente IV.	
	A. R.	D.	A. R.	D.	A. R.	D.
Maerz 14	67,'0	— 9,'0	+ 102,'0	+ 18,'3	— 10,'8	— 0,'6
15	67,5	— 9,5	+ 102,7	+ 18.2	— 10,9	— 0,9
17	68,7	— 10,8	+ 103,6	+ 17,4	— 11,2	— 2,0

Man erkennt durch den Anblick dieses Tableau's, dass der wahre Ort des Planeten zwischen die aus den Elementen II und IV berechneten Oerter fällt, sehr nahe bei den letzteren, wenn auch absolut genommen die von Herrn Prof. *Santini* berechneten Oerter kleinere Fehler als die aus II abgeleiteten ergeben haben. Für Herrn *Hensel* liegt in der Uebereinstimmung der Elemente IV mit den wahren Oertern, welche unter so ungünstigen Verhältnissen gewiss eine befriedigende genannt werden kann, eine Anerkennung der Sorgfalt, mit der derselbe diese Arbeit ausgeführt hatte.

Um die jetzt gewonnenen Positionen des Planeten mit den im vorigen Sommer erhaltenen Beobachtungen zu einer neuen Bahnbestimmung verbinden zu können, muss nun der Strenge nach der Einfluss der Störungen auf den geocentrischen Ort bestimmt werden, welche der Planet seit der Entdeckung erlitten hat. Die von Erde, Mars und Saturn herrührenden Störungen können vorläufig um so mehr vernachlässigt werden, als die hauptsächlichsten, die vom Saturn hervorgebrachten, erst nach längeren Zeiträumen merklich zu werden anfangen. Jupiter allein kann von sehr bedeutendem Einfluss auf die Bewegung der Hygiea sein. Denn der mittlere Abstand der Hygiea von der Sonne ist der grösste überhaupt in der Gruppe der zehn kleinen Planeten, und ausserdem haben die Jupiter- und Hygiea-Bahn eine geringe Neigung gegen einander. Von meinen Elementen II ausgehend, findet man

Digitized by Google

den aufsteigenden Knoten der Jupiter-
Bahn auf der Hygiea-Bahn . . . . 105° 6′,3
mit der gegenseitigen Neigung . . . 5 5,2

Macht man indessen die Berechnung der Jupiter Störungen während der Periode von 1849 April 14 bis 1850 Maerz 16, so findet sich der Betrag derselben während dieser Zeit sehr unbedeutend. Eine in Intervallen von je 24 Tagen ausgeführte Rechnung, bei welcher die Oerter des gestörten Planeten im Raum aus den Elem. II abgeleitet wurden, und die deswegen eine Wiederholung mit genaueren Grundlagen nothwendig macht, gab die Summen der Aenderungen der einzelnen Elemente, gewiss schon mit grosser Annäherung, wie folgt:

24. $\Delta\mu = +\ 1,''62575$
$\Delta M = +\ 85,129$
$\Delta\pi = -\ 107,113$
$\Delta\varphi = -\ 14,224$
$\Delta\lambda = -\ 8,729$
$\Delta i = -\ 0,273$

mithin die Störung der mittleren Länge $= -\ 21,''984$.

Dass diese Variationen, deren Betrag bei der wirklichen Berechnung der geocentrischen Positionen grossentheils gegenseitig sich aufhebt, in diesem Falle so geringe sind, findet darin seine Erklärung, dass in der Zwischenzeit der gegenseitige Abstand des Jupiter und der Hygiea nicht wesentlich vom Radiusvector des Jupiter verschieden gewesen ist.

Man kann aus diesen Angaben leicht überschlagen, dass die gestörten Elemente den geocentrischen Ort gegenwärtig innerhalb einer halben Bogenminute mit den rein elliptischen übereinstimmend geben werden. Die neu hinzugekommenen Beobachtungen schliessen aber eine doppelt so grosse Unsicherheit nicht aus, so dass man für dies Mal mit Recht vom Einfluss der Störungen gänzlich absehen darf. Man nimmt damit nämlich keine grössere Unsicherheit in die neue Rechnung auf, als die ist, welcher man sich beim gänzlichen Mangel genauerer Ortsbestimmungen gegenwärtig ohnehin aussetzen muss.

In runden Zahlen habe ich deswegen die Fehler des Elementensystems No. IV, d. h. den Unterschied Rechnung-Beobachtung so angenommen:

1850. Maerz 16. in A. R. $-\ 11'\ 0''$; in Decl. $-\ 1'\ 0''$.

Aus der Verbindung des unter dieser Annahme erhaltenen Ortes mit zwei Normalörtern aus der früheren Erscheinung findet man

Digitized by Google

nach den Methoden der *Theoria motus* die folgende neue Bahn, welche eine beträchtlich grössere Sicherheit für die weitere Verfolgung des Planeten bietet, als alle früheren Bestimmungen.

Fünfte Elemente der Hygiea.

Epoche: 1849 April 15. 0^h Mittl. Zeit zu Berlin.

Mittlere Anomalie	331° 27′ 41,″09	
Länge des Perihels	226 39 53,89	Mittl. Aeq.
Länge des aufst. Knotens . .	287 55 39,11	1849. Jan. 0.
Neigung	3 46 59,12	
Excentricitätswinkel . . .	5 23 22,64	
Log. d. halb. grossen Axe. .	0,4944079	
Excentricität	0,0939280	
Mittl. tägl. siderische Bewegung	643,″2723	
Umlaufszeit	2014,7 mittl. Sonnentage.	

Will man jetzt, um über den Grad der Sicherheit eine Schätzung zu haben, welchen das neue System in der nächsten Zukunft gewähren wird, dasselbe an Herrn Dr. *Galle*'s Beobachtungen prüfen, so gelten zunächst die folgenden Oerter für den Augenblick der mittleren Mitternacht zu Berlin. Sie werden gezählt vom jedesmaligen scheinbaren Aequinoctium des Tages.

1850.	Sch. A. R.	Stündl. Beweg.	Sch. Decl.	Stündl. Beweg.	Log. Dist. a ☉
Maerz 13	283° 59′ 15,″8	+ 48,″34	— 24° 18′ 13,″2	+ 5,″09	0,48515
14	284 18 30,5	47,89	— 24 16 9,5	5,18	0,48341
15	284 37 34,4	47,42	— 24 14 4,3	5,26	0,48166
16	284 56 27,1	46,96	— 24 11 57,7	5,33	0,47989
17	285 15 8,7	46,49	— 24 9 49,8	5,40	0,47811
18	285 33 38,5	46,00	— 24 7 40,5	5,45	0,47632
19	285 51 56,7	45,51	— 24 5 30,4	5,48	0,47454

Ferner ergiebt sich für den Augenblick der Beobachtung, und wenn man die Parallaxen so nimmt, wie man dieselben algebraisch an die beobachteten Positionen anbringen muss, um diese auf den Mittelpunkt der Erde zu reduciren:

t.	Aberrat. Zt.	Parallaxe.	
		in A. R.	in D.
Maerz 14	25′ 1,″0	— 1,″22	+ 2,″57
15	24 55,0	— 1,16	+ 2,60
17	24 42,8	— 1,19	+ 2,62

Digitized by Google

Damit hat man endlich die Unterschiede zwischen den beobachteten Oertern:

t.	A. R.	D.
Maerz 14	— 6,″8	+ 16,″3
15	— 12,2	+ 2,5
17	— 17,6	— 60,9

Mit dieser Uebereinstimmung kann man sich für jetzt um so mehr beruhigen, als es hier keineswegs auf eine vollständig genaue und endliche Bestimmung der Constanten ankam; zu diesem Zweck werden vielmehr spätere Beobachtungen abzuwarten sein, die zugleich eine grössere Genauigkeit besitzen werden, sobald der Planet mehr Lichtstärke erlangt haben wird. Um diese Beobachtungen während der nächsten vier Monate, welche auch die Opposition des Planeten einschliessen, möglich zu machen, ist die nachfolgende Ephemeride berechnet, welche an die Stelle der im Berliner Astronomischen Jahrbuche nach früheren Elementen gegebenen tritt. Vermuthlich werden die beobachteten Geradenaufsteigungen ein Weniges grösser ausfallen, während der Sprung in der Declination von Maerz 17 noch nicht über den Fehler in dieser Coordinate entscheiden lässt. Die Anordnung der Ephemeride ist die gewöhnliche und bedarf keiner Erläuterung. Die Aberration ist vor der Vergleichung an die Beobachtungszeiten anzubringen.

Ephemeride der Hygiea.

1850.	Sch. A. R.	Sch. Decl.	Log. Dist.	Log. R. vect.
April 1	289° 30′ 41,″8	— 23° 36′ 8,″1	0,44972	0,46080
2	289 45 56,0	23 33 50,4	0,44772	0,46089
3	290 0 55,6	23 31 32,7	0,44571	
4	290 15 40,7	23 29 15,2	0,44369	0,46107
5	290 30 10,6	23 26 58,0	0,44166	
6	290 44 25,6	23 24 41,2	0,43962	0,46126
7	290 58 25,3	23 22 24,7	0,43757	
8	291 12 9,4	23 20 8,4	0,43551	0,46144
9	291 25 37,6	23 17 52,9	0,43344	
10	291 38 49,9	— 23 15 38,4	0,43136	0,46163

Digitized by Google

Ephemeride der Hygiea.

1850.	Sch. A. R.	Sch. Decl.	Log. Dist.	Log. R. vect.
April 11	291° 51′ 46,″0	— 23° 13′ 24,″7	0,42927	
12	292 4 25,4	23 11 12,0	0,42717	0,46181
13	292 16 48,2	23 9 0,5	0,42506	
14	292 28 54,0	23 6 50,1	0,42295	0,46200
15	292 40 42,8	23 4 40,8	0,42083	
16	292 52 14,3	23 2 32,6	0,41870	0,46219
17	293 3 27,9	23 0 25,6	0,41656	
18	293 14 24,1	22 58 19,8	0,41442	0,46239
19	293 25 2,9	22 56 15,3	0,41227	
20	293 35 24,1	22 54 12,0	0,41012	0,46528
21	293 45 28,0	22 52 10,8	0,40796	
22	293 55 13,8	22 50 11,5	0,40580	0,46278
23	294 4 44,5	22 48 13,8	0,40363	
24	294 13 50,2	22 46 18,3	0,40146	0,46297
25	294 22 39,4	22 44 24,4	0,39929	
26	294 31 9,7	22 42 32,1	0,39712	0,46317
27	294 39 21,1	22 40 42,0	0,39494	
28	294 47 13,3	22 38 54,1	0,39276	0,46337
29	294 54 46,3	22 37 8,3	0,39058	
30	295 1 59,8	— 22 35 24,6	0,38839	0,46357
Mai 1	295 8 53,2	— 22 33 43,3	0,38621	
2	295 15 26,7	22 32 4,3	0,38402	0,46377
3	295 21 39,7	22 30 27,9	0,38184	
4	295 27 32,3	22 28 54,0	0,37966	0,46397
5	295 33 4,3	22 27 22,7	0,37749	
6	295 38 15,2	22 25 54,0	0,37531	0,46417
7	295 43 4,8	22 24 28,0	0,37314	
8	295 47 33,3	22 23 4,7	0,37097	0,46438
9	295 51 40,5	22 21 44,2	0,36881	
10	295 55 26,0	22 20 26,4	0,36666	0,46458
11	295 58 49,8	22 19 11,4	0,36452	
12	296 1 51,8	22 17 59,4	0,36238	0,46479
13	296 4 32,0	22 16 50,5	0,36025	
14	296 6 50,3	22 15 44,3	0,35813	0,46500
15	296 8 46,6	22 14 41,0	0,35602	
16	296 10 20,9	22 13 40,7	0,35393	0,46521
17	296 11 33,2	22 12 43,4	0,35185	
18	296 12 23,3	22 11 49,0	0,34979	0,46542
19	296 12 51,0	— 22 10 57,8	0,34774	

Digitized by Google

Ephemeride der Hygiea.

1850.		Sch. A. R.			Sch. Decl.			Log. Dist.	Log. R. vect.
Mai	20	296°	12′	56,″6	— 22°	10′	9,″5	0,34570	0,46563
	21	296	12	39,8	22	9	24,3	0,34368	
	22	296	12	0,8	22	8	42,1	0,34167	0,46584
	23	296	10	59,5	22	8	2,9	0,33968	
	24	296	9	35,9	22	7	26,7	0,33772	0,46606
	25	296	7	50,0	22	6	53,6	0,33578	
	26	296	5	41,9	22	6	23,5	0,33386	0,46627
	27	296	3	11,5	22	5	56,3	0,33197	
	28	296	0	18,6	22	5	31,8	0,33010	0,46649
	29	295	57	3,4	22	5	10,2	0,32825	
	30	295	53	25,8	22	4	51,5	0,32643	0,46671
	31	295	49	26,1	— 22	4	35,5	0,32464	
Juni	1	295	45	4,3	— 22	4	22,2	0,32287	0,46693
	2	295	40	20,7	22	4	11,8	0,32113	
	3	295	35	15,6	22	4	4,2	0,31943	0,46715
	4	295	29	49,4	22	3	59,1	0,31776	
	5	295	24	1,9	22	3	56,2	0,31613	0,46737
	6	295	17	53,3	22	3	55,5	0,31453	
	7	295	11	24,3	22	3	58,5	0,31297	0,46759
	8	295	4	34,7	22	4	3,6	0,31144	
	9	294	57	25,5	22	4	10,4	0,30994	0,46781
	10	294	49	56,0	22	4	19,4	0,30849	
	11	294	42	6,8	22	4	30,5	0,30708	0,46803
	12	294	33	58,5	22	4	43,5	0,30572	
	13	294	25	31,6	22	4	58,3	0,30441	0,46826
	14	294	16	46,6	22	5	14,9	0,30314	
	15	294	7	44,2	22	5	33,1	0,30192	0,46848
	16	293	58	25,0	22	5	52,8	0,30074	
	17	293	48	49,3	22	6	13,9	0,29960	0,46871
	18	293	38	58,1	22	6	36,2	0,29851	
	19	293	28	51,2	22	6	59,7	0,29748	0,46893
	20	293	18	29,5	22	7	14,3	0,29649	
	21	293	7	53,2	22	7	50,0	0,29555	0,46916
	22	292	57	2,7	22	8	16,4	0,29467	
	23	292	45	58,9	22	8	43,3	0,29384	0,46939
	24	292	34	42,5	22	9	11,1	0,29307	
	25	292	23	14,2	22	9	39,5	0,29235	0,46962
	26	292	11	34,6	22	10	8,3	0,29169	
	27	291	59	45,0	— 22	10	37,4	0,29108	0,46985

Digitized by Google

Ephemeride der Hygiea.

1850.	Sch. A. R.	Sch. Decl.	Log. Dist.	Log. R. vect.
Juni 28	291° 47′ 46,″3	— 22° 11′ 6,7	0,29053	
29	291 35 38,4	22 11 36,0	0,29005	0,47008
30	291 23 21,9	— 22 12 5,2	0,28963	
Juli 1	291 10 57,8	— 22 12 34,3	0,28926	0,47031
2	290 58 26,7	22 13 3,1	0,28895	
3	290 45 49,9	22 13 31,5	0,28871	0,47055
4	290 33 7,9	22 13 59,5	0,28853	
5	290 20 21,9	22 14 26,8	0,28840	0,47078
6	290 7 32,9	22 14 53,5	0,28833	
7	289 54 41,0	22 15 19,5	0,28833	0,47102
8	289 41 47,1	22 15 44,7	0,28839	
9	289 28 52,0	22 16 8,9	0,28851	0,47125
10	289 15 56,4	22 16 32,2	0,28869	
11	289 3 2,1	22 16 54,5	0,28893	0,47149
12	288 50 10,1	22 17 15,7	0,28923	
13	288 37 21,0	22 17 35,8	0,28960	0,47173
14	288 24 36,0	22 17 54,5	0,29003	
15	288 11 55,3	22 18 11,7	0,29051	0,47197
16	287 59 19,8	22 18 27,5	0,29106	
17	287 46 50,6	22 18 41,7	0,29167	0,47220
18	287 34 28,6	22 18 54,6	0,29234	
19	287 22 13,9	22 19 6,2	0,29306	0,47244
20	287 10 7,4	22 19 16,3	0,29384	
21	286 48 10,0	22 19 24,6	0,29469	0,47268
22	286 36 22,7	22 19 31,5	0,29559	
23	286 24 45,8	22 19 37,0	0,29655	0,47292
24	286 13 20,2	22 19 40,8	0,29756	
25	286 2 6,6	22 19 42,8	0,29863	0,47316
26	285 51 6,0	22 19 43,2	0,29975	
27	285 50 18,9	22 19 42,2	0,30092	0,47341
28	285 39 46,0	22 19 39,6	0,30214	
29	285 29 28,4	22 19 35,1	0,30342	0,47365
30	285 19 26,7	22 19 29,1	0,30475	
31	285 9 41,1	— 22 19 21,7	0,30611	0,47390

Digitized by Google

A. F. Möbius, *über einen von ihm gefundenen Beweis des Satzes vom Parallelogramme der Kräfte.*

Abgesehen von den als ungenügend anerkannten Beweisen dieses Satzes, welche man auf die Zusammensetzung der Bewegungen zu gründen bemüht gewesen ist, lassen sich die übrigen Beweise in zwei Classen theilen. Bringt man nämlich den Satz unter die Form der Aufgabe: zu zwei auf einen frei beweglichen Punkt wirkenden Kräften eine dritte zu finden, welche, an denselben Punkte — wir wollen ihn D nennen — angebracht, dieselbe Wirkung, wie erstere zwei in Vereinigung, erzeugt, so umfasst die eine Classe von Beweisen für die bekannte Lösung dieser Aufgabe alle diejenigen, bei denen alle noch in Betracht gezogenen Hülfskräfte denselben Punkt D zum Angriffspunkte haben. Bei der andern Classe von Beweisen lässt man Hülfskräfte auch noch auf andere mit dem Punkte D und unter sich in unabänderlichen Entfernungen sich befindende Punkte wirken.

Wenn nun auch die Zuhülfenahme noch anderer Angriffspunkte von Kräften der Schärfe des Beweises keinen Eintrag thun kann, da das hierbei in Betracht kommende Princip von der Verlegung der Kräfte eben so evident, wie jeder der übrigen Grundsätze der Statik, ist und auch im weitern Fortgange dieser Wissenschaft nicht entbehrt werden kann: so pflegt man doch Beweise der erstern Classe denen der letztern vorzuziehen, indem jene von D verschiedenen Angriffspunkte von der Natur der Sache nicht geboten erscheinen. Von der andern Seite ist nicht zu verkennen, dass die Beweise der zweiten Classe durchschnittlich eine ungleich elementarere Haltung haben, als die Beweise der erstern, bei denen man nicht selten ziemlich tief gehende Betrachtungen aus der höhern Analysis in Anwendung bringt. Man denke nur an die von französischen Mathematikern, namentlich von *d'Alembert*, *Laplace*, *Poisson* und *Pontécoulant**) gegebenen an sich trefflichen Beweise des Satzes. Ich muss aber offen bekennen, dass für einen so elementaren Gegenstand, als um welchen es sich hier handelt, aus der höhern Analysis entlehnte Kunstgriffe mir noch weit fremdartiger und damit unstatthafter, als jene zu Hülfe genommenen Angriffspunkte, zu sein scheinen.

Unter so bewandten Umständen hielt ich es für nicht ganz überflüssig, einen von mir gefundenen Beweis für das Parallelo-

*) In dessen *Théorie analytique du système du monde*, Tome I. S. 4 u. folg.

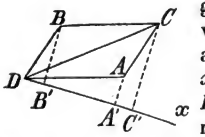
Digitized by Google

gramm der Kräfte zu veröffentlichen, der weder fremdartige Hülfspunkte, noch der Elementarmathematik fremdartige Methoden in Anspruch nimmt, sondern unmittelbar auf die Natur des Parallelogramms gegründet ist und sich von den meisten übrigen Beweisen des Satzes auch noch dadurch unterscheidet, dass sich bei ihm die Grösse und die Richtung der Diagonalkraft nicht hinter einander, sondern gleichzeitig ergeben. Ich habe diesen Beweis bereits in meinem vor 13 Jahren herausgegebenen Lehrbuche der Statik (1. Theil, S. 132 u. flg.) mitgetheilt. Indessen lässt er sich, wie ich später bemerkt habe, um ein Beträchtliches einfacher und übersichtlicher gestalten, als es dort geschehen. Möge ihm daher hiesigen Orts eine nochmalige Veröffentlichung, und zwar in der einfachsten Form, deren er fähig sein dürfte, gestattet sein.

Vorläufig erinnere ich nur noch, dass man sich alle im Folgenden in Betracht kommenden Linien und Punkte in einer und derselben Ebene enthalten zu denken hat.

---

1) Seien DB und AC zwei gleichgerichtete und gleich lange gerade Linien, und A', B', C' die rechtwinkligen Projectionen der Punkte A, B, C auf eine durch D beliebig gezogene Gerade x. Alsdann haben auch die Abschnitte DB' und $A'C'$ dieser Geraden x, als die rechtwinkligen Projectionen von DB und AC auf x, einerlei (nicht entgegengesetzte) Richtung und gleiche Länge, und es ist folglich



$$DC = DA' + A'C' = DA' + DB', \text{ d. h.}$$

Werden zwei von derselben Ecke D ausgehende Seiten DA, DB und die von derselben Ecke ausgehende Diagonale DC eines Parallelogramms auf eine beliebig durch D gelegte Gerade rechtwinklig projicirt, so ist immer die Summe der Projectionen der beiden Seiten der Projection der Diagonale gleich.

Diese Relation gilt übrigens stets, was auch die durch D gezogene Gerade x gegen das Parallelogramm für eine Lage haben mag, dafern nur je zwei Abschnitte von x mit einerlei oder verschiedenen Zeichen genommen werden, jenachdem ihre durch die Aufeinanderfolge der Buchstaben ausgedrückten Richtungen einerlei oder einander entgegengesetzt sind. Denn alsdann ist immer auch dem Zeichen nach: $DB' = A'C'$, und $DC = DA' + A'C'$, mag A' zwischen D und C' liegen, wie in der Figur, oder nicht.

Digitized by Google

2) Nehmen wir noch an, dass jeder der beiden Winkel, welche die Diagonale mit den beiden Seiten macht, zu einem rechten Winkel in einem rationalen Verhältnisse stehe, und setzen wir hiernach die zwei Verhältnisse

$$ADC : 180^0 = a : m,$$
$$CDB : 180^0 = b : m,$$

wo a, b und m ganze positive Zahlen bedeuten. Man ziehe durch D m gerade Linien, welche gleiche Winkel mit einander machen, so dass um D herum $2m$ Winkel, jeder $= \frac{180^0}{m}$, entstehen. Dabei falle DC in eine der m Linien. Alsdann werden auch DA und DB in dergleichen fallen, nämlich DA in die $a$te auf der einen und DB in die $b$te auf der andern Seite von DC liegende Linie. Man projicire endlich jeden der drei Abschnitte DA, DB, DC rechtwinklig auf jede der m Linien und betrachte alle diese Projectionen ihrer Richtung und Grösse nach als auf den Punkt D wirkende Kräfte, so dass in jeder der m Linien drei Kräfte wirken, z. B. in der obigen x, wenn anders x eine dieser Linien ist, die drei durch DA', DB', DC' vorgestellten Kräfte. Da nun nach vorigem Satze $DA' + DB' = DC'$ ist, so werden immer von den drei in einer und derselben der m Linien enthaltenen Kräften diejenigen zwei, welche durch die Projectionen von DA und DB ausgedrückt werden, gleiche Wirkung mit der durch die Projection von DC ausgedrückten Kraft haben. Es werden daher auch, — wenn wir das System aller der Kräfte, welche durch die Projectionen von DA auf die m Linien vorgestellt werden, und wozu DA selbst mit gehört, mit $S\,(DA')$ bezeichnen und Aehnliches unter $S\,(DB')$ und $S\,(DC')$ verstehen, — es werden dann auch die Systeme $S\,(DA')$ und $S\,(DB')$ in Vereinigung gleichwirkend mit dem Systeme $S\,(DC')$ sein; oder kürzer, wenn wir die gleichfalls in D anzubringenden Resultanten dieser drei Systeme beziehungsweise α, β, γ nennen: es wird γ die Resultante von α und β sein.

3) Wie bekannt, lässt sich aus den ersten Principien der Statik leicht darthun, dass, wenn von zwei oder auch mehrern auf einen Punkt wirkenden Kräften eine jede mit Beibehaltung ihrer Richtung ihre Grösse in gleichem Verhältnisse ändert, in demselben Verhältnisse auch die Resultante der Kräfte ihre Grösse ändert, während ihre Richtung unverändert bleibt.

Nun sind die drei Systeme $S\,(DA')$, $S\,(DB')$, $S\,(DC')$, als geometrische Figuren betrachtet, einander ähnlich, indem jedes

Digitized by Google

derselben dadurch entsteht, dass man auf eine der m Linien, welche sich in D unter gleichen Winkeln schneiden, von D aus einen Abschnitt von gewisser Länge trägt und hierauf denselben auf die $m-1$ übrigen Linien rechtwinklig projicirt. Aus dem Systeme der Kräfte $S\,(DA')$ wird folglich das System $S\,(DB')$ hervorgehen, wenn man, die Richtungen der Kräfte des erstern Anfangs unverändert lassend, die Grösse einer jeden in dem Verhältnisse $DA : DB$ ändert und sodann das ganze System um D um einen Winkel, $= ADB$, nach links (in unserer Figur) dreht. Setzen wir daher noch, dass die Resultante α des Systems $S\,(DA')$ ihrer Grösse und Richtung nach gegeben ist, so werden wir damit nach dem angezogenen Satze die Grösse und die Richtung der Resultante β des Systems $S\,(DB')$ erhalten, wenn wir die Grösse von α in dem Verhältnisse $DA : DB$ sich ändern und die Richtung von α um D um einen Winkel, $= ADB$, nach links sich drehen lassen. Auf gleiche Art wird die Grösse von $\gamma = \frac{DC}{DA}.\ \alpha$ sein, und die Richtung von γ wird dadurch gefunden werden, dass man den Winkel von γ mit α gleich dem Winkel von DC mit DA nach der Linken von α hin macht.

Ueberhaupt also werden sich die Grössen der Kräfte α, β, γ wie die Längen DA, DB, DC verhalten, und die gegenseitige Lage der Richtungen der drei erstern wird dieselbe wie die der drei letztern sein, so dass, wenn die Kräfte α, β, γ ihren Grössen und Richtungen nach durch die Linien DA_1, DB_1, DC, vorgestellt werden, die Figur $DA_1C_1B_1$ der Figur $DACB$ ähnlich und somit ebenfalls ein Parallelogramm ist, in welchem die Winkel der Diagonale DC, mit den Seiten zu einem Rechten in rationalen Verhältnissen stehen.

Nun war γ die Resultante von α und β, und wir schliessen daher: Soll zu zwei auf einen Punkt D wirkenden und ihrer Grösse und Richtung nach durch die Linien DA_1 und DB_1 vorgestellten Kräften die Resultante gefunden werden, so vollende man den Winkel A_1DB_1 zu einem Parallelogramm, und es wird die Diagonale DC_1 desselben die gesuchte Resultante ihrer Grösse und Richtung nach ausdrücken, — dafern die Verhältnisse der Winkel A_1DC_1 und C_1DB_1 zu einem rechten Winkel rational sind. — Dieselbe Construction muss aber auch bei irrationalen Winkelverhältnissen gelten, da durch genugsam grosse Annahme der Zahl m rationale Verhältnisse gefunden werden können, die den irrationalen so nahe, als man will, kommen. Der in diesem Falle

Digitized by Google

durch die *Deductio ad absurdum* zu führende schärfere Beweis dürfte hier nicht am Orte sein.

Zusätze. *a.* Die Richtungen von α, β, γ bilden nicht bloss dieselben Winkel mit einander, wie die Richtungen von DA, DB, DC, sondern sind mit den letztern vollkommen identisch. Denn da die Projectionen von DA auf zwei der m Linien, welche, auf verschiedenen Seiten von DA liegend, mit DA gleiche Winkel machen, offenbar einander gleich sind, so hat die Resultante dieser zwei Projectionen DA selbst zur Richtung; und da das System $S\,(DA')$ aus DA und aus solchen Paaren von Projectionen zusammengesetzt ist, so ist die Richtung der Resultante α dieses Systems gleichfalls DA. Ebenso zeigt sich, dass DB und DC die Richtungen von β und γ sind.

b. Weil der Winkel $DA'A$ ein rechter ist, so ist A' ein Punkt des um DA, als Durchmesser, beschriebenen Kreises. Auf gleiche Art ist die Projection von B (C) auf eine willkührlich durch D gelegte Gerade der Durchschnitt dieser Geraden mit einem Kreise, welcher DB (DC) zum Durchmesser hat. Beschreibt man daher um die Seiten DA, DB und die Diagonale DC eines Parallelogramms $DACB$, als um drei Durchmesser, Kreise, so ist immer, wenn eine durch D gelegte Gerade diese drei Kreise resp. noch in A', B', C' schneidet, DC' der Summe von DA' und DB' gleich. Und umgekehrt: Zieht man durch den einen Durchschnittspunkt D zweier sich schneidenden Kreise beliebig eine Gerade, welche die zwei Kreise noch in A' und B' treffe, und bestimmt man in dieser Geraden einen vierten Punkt C' so, dass $DC' = DA' + DB'$, so ist der geometrische Ort von C' ein dritter durch D gehender Kreis von solcher Grösse und Lage, dass sein Durchmesser DC die Diagonale eines Parallelogramms ist, welches die Durchmesser DA und DB der beiden erstern Kreise zu anliegenden Seiten hat.

Da hiernach von je drei von D ausgehenden und in derselben Geraden liegenden Sehnen der drei Kreise die Sehne des dritten stets aus den Sehnen der zwei erstern zusammengesetzt ist, so kann man den dritten Kreis zusammengesetzt aus den zwei erstern nennen. Und eben so, wie zwei, lassen sich auch drei und mehrere durch einen und denselben Punkt D gehende Kreise zu einem neuen zusammensetzen. Dabei ist der von D ausgehende Durchmesser des neuen Kreises, statisch ausgedrückt, die Resultante der von D ausgehenden Durchmesser der gegebenen Kreise.

Digitized by Google

Werde nur noch bemerkt, dass das von der Zusammensetzung von Kreisen Gesagte vollkommen auch auf die Zusammensetzung zweier oder mehrerer durch einen und denselben Punkt gehenden Kugelflächen Anwendung leidet. Vergl. mein Lehrbuch der Statik, 1. Theil, S. 131.

E. H. Weber, *über die periodische Farbenveränderung, welche die Leber der Hühner und der Frösche erleidet.*

Die periodische Farbenveränderung der Leber beim Hühnchen im Ei und bei der Eier legenden Henne.

Die Leber des Hühnchens im bebrüteten Ei erleidet zu der Zeit, wo der Dotter im Dottersacke von den Blutgefässen desselben in kurzer Zeit resorbirt wird, nämlich in der Zeit vom 16ten bis 19ten Tage der Brütung, eine sehr merkwürdige Veränderung. Die vorher rothbraune Leber wird in kurzer Zeit, bisweilen in 24 Stunden, gelb wie Dotter. Die gelbe Farbe wird zuerst an den scharfen Rändern derselben bemerklich, dann sieht man gelbe Streifen und gelbe Flecke an der Leber, und endlich nimmt sie durch und durch eine gelbe Farbe an. Die gelbe Farbe entsteht dadurch, dass die kleinsten Gallengänge, welche vielfach unter einander anastomosiren und dadurch ein Netz bilden nebst ihren Leberzellen, mit gelben Kügelchen ganz erfüllt und sogar ausgedehnt werden. Die gelben Kügelchen haben nicht nur die Farbe des Dotters, sondern haben auch wie die Dottersubstanz das Vermögen, das Licht stark zu brechen, und erscheinen daher bei einer gewissen Einstellung des Mikroskops mit einem dunklen sehr bestimmten Contour umgeben. Sie scheinen mir keine Zellen zu sein, sondern Tröpfchen, welche wie Quecksilberkügelchen durch die wechselseitige Anziehung ihrer Theilchen die Kugelform angenommen haben. Sie haben daher keinen Nucleus und ihre Grösse ist sehr verschieden, und durch Pressen der Leber bilden sich bisweilen sehr grosse Kügelchen, wahrscheinlich durch das Zusammenfliessen mehrerer kleiner. Die Kügelchen, welche ungefähr 0,00147‴ d. h. $^1/_{680}$ Par. Linie maassen, waren sehr zahlreich und man findet alle Stufen bis zur Grösse von $^1/_{1000}$ oder sogar von $^1/_{2000}$ Par. Linie einerseits und bis zu $^1/_{348}$

Digitized by Google

Linie andererseits, ja einzelne sind noch grösser. Da man zu dieser Zeit auch in dem Dottersacke Dotterkügelchen von verschiedener Grösse findet, und die Dotterkügelchen, wenn sie gedrückt werden, auch zu grössern zusammenzufliessen scheinen, so können wir uns nicht hindern lassen, die Substanz der Kügelchen an beiden Orten für identisch zu halten, auch wenn sie nicht genau dieselbe Grösse haben.

Die unter einander anastomosirenden kleinen Gallengänge sind mit diesen Kügelchen so vollkommen ausgefüllt, dass ich, wenn ich die sehr gelbe Leber am 20sten Tage der Brütung unmittelbar mit Sonnenlicht von oben beleuchtete und bei mässiger Vergrösserung unter dem Mikroskope ohne Anwendung des Spiegels betrachtete, die Netze, die sie bilden, ohne weitere Vorbereitung sehen konnte, denn die gelben Kügelchen machten sie auf eine ähnliche Weise sichtbar, wie es eine in die Gallengänge eingespritzte gelbe Masse thun würde, wenn es gelänge, die Gallengänge damit vollständig zu erfüllen. Ich fand den Durchmesser der Gallengänge ungefähr $^1/_{62}$ Par. Linie. Diese Gänge anastomosirten mit den benachbarten Gängen in allen Richtungen so vielfach, dass sie nur sehr enge Zwischenräume zwischen sich übrig liessen, die die Gestalt von engen Löchern und Canälen hatten, deren Durchmesser reichlich halb so gross war, als der der kleinen Gallengänge. In diesen Zwischenräumen lagen die Haargefässe, welche die *vena portae* mit den *venis hepaticis* verbinden, die durch das durch ihre Wände durchschimmernde Blut roth aussahen. Sie füllten die genannten Zwischenräume ganz aus und schmiegten sich an die Gallengänge so unmittelbar an, dass keine Lücken zwischen beiden Classen von Canälen übrig blieben und kein Zellgewebe zwischen den kleinen Gallengängen und den blutführenden Haargefässen befindlich war. Das, was man das Parenchyma der Leber nennt, bestand also nur aus Gallengängen und Haargefässen, welche zusammengenommen den Raum erfüllten, indem die Haargefässe durch die Maschen des Netzes der Gallengänge gleichsam durchgesteckt waren. Die Haargefässe hatten ungefähr einen Durchmesser, der reichlich halb so gross war, als der der Gallengänge. Eins derselben mass z. B. $^1/_{116}$ Par. Linie. Die Leber behielt nun diese gelbe Farbe nicht nur bis zum Auskriechen des Hühnchens aus dem Ei, das gewöhnlich am 21sten Tage erfolgt, sondern noch nach dem Auskriechen. Acht Tage nach dem Auskriechen war die Leber zwar nicht mehr so dottergelb wie früher, aber blass-

Digitized by Google

gelb, und ihre kleinen Gallengänge waren noch immer sehr mit Dotterkügelchen erfüllt, und nur allmählig nahm sie nun die braunrothe Farbe wieder an.

Ueber die Ursachen der Entstehung der gelben Farbe der Leber lässt sich Folgendes sagen:

Es ist anzunehmen, dass der Dotter von den an der Wand des Dottersacks verbreiteten Blutgefässen resorbirt, zu der Leber geführt und daselbst in die Gallengänge abgesondert werde.

Die gefässreiche Haut des Dottersacks bildet zu jener Zeit zahlreiche Falten, die die Berührung derselben mit dem Dotter und dadurch die Resorption sehr vergrössern. In diesen Falten liegen viele Blutgefässe, welche von Zellen umlagert sind, in welchen gelbe Kügelchen eingeschlossen sind, die den Gefässen ein eigenthümliches Ansehen geben, vermöge dessen man sie *Vasa lutea* genannt hat. Man vermuthet, dass dieser Bau sich auf die Resorption von Dotter durch die Blutgefässe beziehe. Thatsächlich vermindert sich zu jener Zeit die Menge des Dotters in dem Dottersacke in kurzer Zeit beträchtlich, denn der Dottersack wird, wie schon *Haller* beobachtet hat, ungefähr am 16ten Tage der Brütung platt, umgiebt den Embryo wie ein Gürtel und bekommt später, am 17ten bis 21sten Tage, Einschnürungen, durch welche er sich in 2 oder 3 Lappen theilt, und schrumpft endlich mehr und mehr zusammen. Die Verminderung der Dottersubstanz entsteht nicht dadurch, dass dieselbe durch den *Ductus vitelli intestinalis*, durch welchen der Dottersack mit dem Dünndarme zusammenhängt, in den Dünndarm übergeht, denn der genannte *Ductus* ist zu jener Zeit am 16ten bis 18ten Tage und wahrscheinlich noch länger verschlossen, es lässt sich kein Dotter aus dem Dottersacke in den Dünndarm des Hühnchens hinüberpressen, und man findet auch im Dünndarme und Dickdarme keine Dottersubstanz ergossen, wohl aber die Gallengänge der Leber damit erfüllt. Dass die Saugadern sich mit Dotter füllten, ist nicht bekannt. Der einzige Weg, auf welchem also die Menge des Dotters sich vermindern und der Dotter zur Leber geführt werden kann, sind die Haargefässe und Venen des Dottersacks, denn diese letzteren begeben sich bekanntlich entweder unmittelbar zur *Vena portae*, oder zu der *Vena mesenterica* und mittelst dieser zur *Vena portae*, d. h. zu dem absondernden Blutgefässe der Leber, dessen Haargefässe in die oben beschriebene innige Berührung mit den kleinsten Gallengängen kommen, welche sich mit Dotter füllen.

Digitized by Google

*Hallern**) gelang es einmal am Ende des 20sten Tages der Brütung, den Dottersack vom Dünndarme aus aufzublasen, und er führt *Maitrejean***) an, der den *Ductus vitelli intestinalis* in der 16ten Stunde des 21sten Tages offen und Dotter in den Gedärmen fand. Auch *Haller****) fand in einem Falle schon am 21sten Tage grünlichen Dotter durch die Gedärme verbreitet, in einem andern Falle †) aber war am 21sten Tage keiner daselbst zu finden. Am 22sten Tage beobachtete er grünliche, dem Dotter ähnliche Materie im Mastdarme und in den Blinddärmen. Bei einem vor 7 Tagen ausgekrochenen Hühnchen sah er, dass der Dottersack, der nur noch die Grösse einer Haselnuss hatte, durch seinen Gang mit den Gedärmen communicirte. In den Blinddärmen war viel Dotter. Ich selbst fand den *Ductus vitelli intestinalis* zur Zeit, wo der Dottersack in die Bauchhöhle aufgenommen wird, nicht offen, wohl aber sah ich, dass er 8 Tage nach dem Auskriechen des Hühnchens so vollkommen offen war, dass ich durch Druck die Dottersubstanz aus dem Dottersacke in den Dünndarm hinübertreiben konnte.

Aus diesen Beobachtungen geht hervor, dass der *Ductus vitelli intestinalis* selten am Schlusse des 20sten Tages, bisweilen aber am 21sten Tage, also am letzten Tage der Brütung offen gefunden wird, keineswegs schon früher. Aber schon am 16ten bis 19ten Tage wird die Leber gelb und verändert sich die Gestalt des Dottersacks. Die Verminderung des Dotters geschieht daher wahrscheinlich Anfangs nur dadurch, dass die Blutgefässe Dotter resorbiren.

Ueber die Ursache des Verschwindens der gelben Farbe der Leber und der Wiederkehr der rothbraunen Farbe derselben ist Folgendes zu bemerken: Entweder werden die gelben Kügelchen theils in aufgelöstem, theils in unaufgelöstem Zustande durch den *Ductus choledochus* in den Dünndarm geleitet, oder sie werden zum Theil von den Blut- und Lymphgefässen der Leber resorbirt. Aber nur in sehr seltenen Fällen

---

*) *Haller*, Operum anatomici argumenti minorum Tom. II. Pars I. Lausannae 1767. 4. p. 288.

**) *Maitrejean*, Observations sur la formation du poulet. Paris 1722. 12. pag. 268. 277. 282.

***) *Haller* a. a. O. pag. 293.

†) *Haller* pag. 294.

Digitized by Google

habe ich in der Gallenblase des Hühnchens Galle gefunden, in welcher die beschriebenen gelben Kügelchen im unaufgelösten Zustande enthalten waren. In der Regel ist die Galle in der Gallenblase der Hühnchen eben so wie die der Säugethiere und des Menschen grün und völlig durchsichtig und enthält also nur aufgelösten Stoff. Es ist mir daher wahrscheinlich, dass die Leber auch dadurch allmählig ihre gelbe Farbe verliert, dass die gelben Kügelchen zum Theil in die Blutgefässe zurücktreten. Ich habe, wie ich weiterhin zeigen werde, Gründe zu vermuthen, dass sie sich in den Leberzellen in Blutkörperchen verwandeln und dann in die Blutgefässe aufgenommen werden.

In folgenden Fällen fand ich unaufgelöste Substanz in der Galle: am 19ten Tage der Brütung sah ich bei einem Hühnchen, bei welchem der Dotter noch ausserhalb der Bauchhöhle lag, in der dunklen Galle der Gallenblase einzelne Dotterkügelchen und ausserdem sehr kleine, zum Theil unregelmässige Körnchen die zu Klümpchen zusammengeballt waren; bei einem andern solchen Hühnchen enthielt die in der Gallenblase befindliche Galle Flocken, welche aus gelben Kügelchen bestanden, die den in den Gallengängen befindlichen Kügelchen glichen, welche nach meiner Meinung aus Dotter bestanden, und bei einem Hühnchen endlich, bei welchem der Dottersack halb in der Bauchhöhle, halb ausserhalb derselben lag, war das obere Stück des Dünndarms, welches viel höher lag als die Einsenkungsstelle des *Ductus vitelli intestinalis*, mit einer blassgelben Masse erfüllt, die grossentheils aus runden gelben Bläschen von verschiedener Grösse bestand, deren jedes an seiner Wand ein das Licht stark brechendes Kügelchen trug. Die grösseren von diesen Bläschen hatten einen Durchmesser von 0,0056‴, d. h. von $^1/_{177}$ Par. Linie, während die kleineren einen viel geringeren und die meisten einen mittleren Durchmesser hatten.

Bei einem Hühnchen, 8 Tage nach dem Auskriechen desselben, welches schon Brod gefressen hatte, fand ich die Leber zwar nicht mehr gelb wie Dotter, aber blassgelb. Die kleinsten Gallengänge waren noch immer mit gelben Kügelchen (Dotterkügelchen) sehr erfüllt, von welchen die grössten 0,0047‴, $^1/_{212}$ Par. Linie und die kleinsten 0,00063 bis 0,00047‴, d. h. ungefähr $^1/_{1500}$ bis $^1/_{2000}$ Par. Lin. im Durchmesser hatten. Einzelne von diesen Kügelchen trugen an ihrer Wand ein kleines Kügelchen, aber es war zweifelhaft, ob es bloss auf der Wand auflag, oder der Wand wirklich angehörte. Die Galle in der Gallenblase

Digitized by Google

war grünlich, durchsichtig und enthielt nur aufgelöste Stoffe, wenn man ein paar Flocken abrechnete, die aus äusserst kleinen punktartigen Körperchen bestanden. Aus dem *Ductus choledochus* wurde ein Tröpfchen ausgepresst, das aus äusserst kleinen Kügelchen bestand, die $^1/_{2000}$ oder $^1/_{2500}$ Linie Durchmesser hatten. Die Milz war nicht roth, sondern sehr blass. Sie bestand aus kleinen Klümpchen, zwischen welchen die Haargefässe liefen. Die Klümpchen selbst bestanden wieder aus ziemlich regelmässigen runden Blasen, die 0,0019‴, d. h. $^1/_{526}$ Par. Linie im Durchmesser hatten und kleine, sehr gefärbte, kaum messbare Blutmoleculen enthielten.

Der *Ductus vitelli intestinalis* war bei diesem Hühnchen offen.

Dieser Vorgang, dass die rothe Leber gelb und dann wieder roth wird, scheint übrigens nicht bloss in der von mir angegebenen Periode des Lebens des Hühnchens, sondern auch schon vorher mehrmals stattzufinden. Nur lassen sich die Perioden, wo dieser Farbenwechsel stattfindet, nicht so genau bestimmen und dauern nicht so lange.

Aus dem Tagebuche *Haller's**) über die Erscheinungen der Ausbrütung des Hühnereies geht hervor, dass die Leber vor dem 6ten Tage der Brütung immer roth ist, dass sie aber vom 6ten Tage an bald gelblich, bald gelb, bald röthlich, bald roth, bald sehr roth gefunden wird, und da nicht anzunehmen ist, dass die Leber eines Hühnchens immer gelblich, die des andern immer gelb, die eines dritten immer röthlich und die noch anderer Hühnchen immer roth sei, so vermuthe ich, dass sie eben so wie später die Farbe wechsele, und dass die Leber schon beim Hühnchen vom 6ten bis 16ten Tage der Brütung Perioden durchlaufe, vermöge deren sie bald roth, bald gelb gefunden wird, bald eine mittlere Farbe annimmt. Bei 52 Hühnchen wurde sie vom Anfang des 6ten und bis zu Ende des 15ten Tages 32 Mal roth oder röthlich und 20 Mal gelb oder gelblich gefunden, nämlich vom 6ten bis zu Ende des 9ten Tags 18 Mal roth, 6 Mal gelblich und nur 1 Mal gelb. Vom 10ten Tage an bis zu Ende des 15ten Tages wurde die Farbe der Leber eben so oft roth als gelb und eben so oft röthlich als gelblich gefunden, nämlich 5 Mal röthlich und 8 Mal roth und 5 Mal gelblich und 8 Mal gelb. Am 12ten Tage

---

*) *Alb. v. Haller* Operum anatomici argumenti minorum. Tom. II. Pars I. ad generationem. Lausannae 1767. 4. p. 68—311.

Digitized by Google

wurde 1 Mal gelbe Galle in das *Duodenum* und den übrigen Dünndarm ergossen gefunden.

Bei 21 Hühnchen, welche vom Anfange des 16ten Tages bis zum Ende des 22sten Tages untersucht wurden, war die Leber niemals roth oder röthlich, sondern stets gelblich oder gelb.

Nach dem Auskriechen der Hühnchen wird die Leber blassgelb und endlich eine Anzahl Wochen nach dem Auskriechen braun. Aber diese Farbe scheint sich nach einer von mir gemachten Beobachtung bei Hühnern von Neuem zu ändern, wenn sie Eier legen. Dieselbe wird dann wieder blassgelb. Die Farbenveränderung der Leber bei Hühnchen im Ei scheint wie gesagt daher zu rühren, dass der resorbirte Dotter in die Gallengänge abgesetzt wird, um in den Leberzellen in Blutkörperchen umgewandelt und daselbst in die Blutgefässe aufgenommen zu werden, nur das *Residuum* scheint ausnahmsweise auch als durchsichtige grüne Galle oder als undurchsichtige gelbe Galle, in welcher gelbe Kügelchen schweben, in das *Duodenum* abgeleitet zu werden.

Bei den ausgebildeten Hühnern im Frühjahr und Sommer, zur Zeit, wo sie zahlreiche Eier legen, scheint die Leber dadurch gelb zu werden, dass zu dieser Zeit in sie viel Fett abgesetzt und daselbst zur Dotterbildung vorbereitet wird. Dass zu dieser Zeit immer eine gelbe Galle bereitet und in den Darm abgeführt wird, kann ich noch nicht beweisen. Ich habe aber allerdings die Gallenblase zusammengefallen und die in ihr enthaltene Flüssigkeit gelb gefunden. Diese gelbe Galle war undurchsichtig und bestand grossentheils aus gelben Kügelchen, welche denen ähnlich waren, die ich in den kleinen Gallengängen der Leber fand. Die gelben Kügelchen in der Leber schwammen, wenn sie in Wasser gebracht wurden, grossentheils an der Oberfläche, andere viel kleinere schwammen in allen Höhen, die Blutkörperchen dagegen senkten sich zu Boden. Wenn man bedenkt, dass die Henne, an welcher diese Beobachtung gemacht wurde, alle 2 Tage 1 Ei legte und zugleich wie die Eier legenden Hühner überhaupt sehr fett war, so darf man sich nicht wundern, dass die Production einer so grossen Menge Dotter und Fett in so kurzer Zeit mit einer sichtbaren Veränderung in der Farbe der Leber verbunden gewesen sei.

Digitized by Google

Periodische Farbenveränderung der Leber des Frosches.

Auch die Leber der Frösche ist einem ähnlichen periodischen Wechsel ihrer Farbe unterworfen als die Leber der Hühner.

Im Winter 1844 und 1845 und in den darauf folgenden Winterhalbjahren hielt ich eine grosse Menge Frösche in sehr grossen Gläsern, in welchen nur so viel Wasser befindlich war, dass sie bequem den Kopf aus demselben herausstrecken konnten. Dieses Wasser wurde immer gewechselt und dadurch frisch erhalten. Nahrung wurde ihnen sonst nicht gereicht. Im Februar war die Leber bei den meisten Fröschen, die ich tödtete, sehr dunkelroth. Diese Farbe rührte daher, dass sie sehr blutreich war, die kleinen Gallengänge derselben zu dieser Zeit nicht so sehr mit gelben Kügelchen erfüllt waren, wie das gewöhnlich im Frühjahr, bisweilen auch im Sommer, der Fall ist, und dass endlich in manchen Zellen der Gallengänge und in den Gallengängen selbst an manchen Orten ein sehr concentrirter und daher dunkel oder schwärzlich erscheinender Gallenfarbestoff aufgehäuft war. Dieser dunkle Farbestoff unterschied sich vom schwarzen Pigmente, das bei Fröschen in so vielen Theilen vorkommt, sowohl durch seine Farbe als durch die Gestalt der Zellen, in welchen er enthalten war. Er war nur an einzelnen Orten in den kleinsten Gallengängen und vorzüglich in den blasenartigen Ausbauchungen derselben (in den Leberzellen) enthalten, und wo er in letzteren vorkam, füllte er sie ganz allein an und war also nicht mit gelben Fettkügelchen gemengt, und es schien daher, als ob manche Theile der Gallengänge zur Absonderung dieses Farbestoffes, andere zur Absonderung der gelben Fettkügelchen bestimmt wären. Man sah Haufen von kugelförmigen oder ovalen Blasen, von welchen einige die gewöhnliche Grösse der Leberzellen hatten, die meisten aber kleiner und runder waren. Diese hingen bisweilen so unter einander zusammen und waren so verschmolzen, dass man sich vorstellen konnte, dass sie einen durch Zellen unebenen Canal bildeten. In den Blasen lagen kleinere gefärbte Kugeln von sehr verschiedener Grösse. Oft aber schienen auch ziemlich kleine, kugelförmige, mit Pigment gefüllte Zellen in unregelmässigen Haufen beisammen zu liegen, ohne dass man eine Blase unterscheiden konnte, welche sie gemeinschaftlich umschlossen hätte. Bei der Wiederholung dieser Untersuchung im April 1850 nahm ich wahr, dass

Digitized by Google

diese mit Gallenfarbestoff gefüllten Zellen in Wasser gebracht etwas anschwollen, dabei aber sehr rund blieben. Der Farbestoff zeigte in verschiedenen Zellen eine verschiedene Concentration, in manchen sah er gar nicht so dunkel, sondern grüngelblich aus und war zugleich weniger undurchsichtig. Die grössten Blasen waren 0,0138 bis 0,0092‴ oder $^1/_{70}$ bis $^1/_{108}$ Par. Lin., die kleineren 0,008‴ bis 0,0046‴ oder $^1/_{125}$ bis $^1/_{217}$ Par. Lin. Diese Pigmentbläschen enthielten selbst wieder kleinere Kügelchen von verschiedener Grösse, die auch zerstreut und frei in den Gallengängen vorkamen und etwa 0,00185‴ oder $^1/_{540}$ Par. Lin. maassen oder zum Theil auch etwas grösser waren.

Diese Pigmentaufhäufungen fand ich auch im Frühjahre, aber die Leber hatte dann eine auffallende Farbenveränderung erlitten, sie war, mit Ausnahme der Theile, welche das Pigment enthielten, gelbbräunlich und unter dem Mikroskop bei Beleuchtung von oben vollkommen gelb. Es verhielt sich mit ihr wie mit dem *Gummi Guttae*, welches in concentrirtem Zustande gelbbräunlich, in verdünntem Zustande gelb aussieht. Bei manchen Fröschen war diese Farbenveränderung im Beginnen und nur die Ränder der Leber waren gelb, bei manchen war sie schon mehr eingetreten, die Leber sah gelb marmorirt aus, bei noch andern war die ganze Leber gelb.

Die gelbe Farbe entstand dadurch, dass die kleinen Gallengänge mit gelben, dem Dotter ähnlichen Kügelchen von verschiedener Grösse ganz erfüllt waren, die durch die durchsichtigen Wände derselben durchschimmerten. Diese Kügelchen waren zum Theil zum Verschwinden klein und massen $^1/_{2000}$ Par. Lin. und weniger. Die grösseren maassen $^1/_{300}$ Par. Lin. Es kamen aber auch einzelne sehr grosse vor, die sogar $^1/_{138}$ Par. Lin. im Durchmesser hatten. Zwischen diesen Grössen existirten alle Mittelstufen.

Die mit gelben Kügelchen ganz ausgefüllten kleinen Gallengänge maassen 0,0174‴, d. h. $^1/_{69}$ Par. Lin., es gab indessen auch dünnere, die z. B. nur 0,0092‴, d. h. $^1/_{108}$ Par. Lin. maassen, oder auch dickere, die 0,0144‴, d. h. $^1/_{57}$ Par. Lin. im Durchmesser hatten. An den Gallengängen waren ovale Erhabenheiten sichtbar (Leberzellen), deren Längendurchmesser ungefähr 0,0092‴, d. h. $^1/_{108}$ Par. Lin., deren Querdurchmesser 0,0069‴, d. h. $^1/_{145}$ Par. Lin. betrug. Diese Zellen sowohl, als die Gänge selbst waren mit gelben Kügelchen erfüllt.

Der Durchmesser der Haargefässe, durch welche das Blut

Digitized by Google

durchschimmerte, betrug 0,0104‴, d. h. $^1/_{96}$ Par. Lin. Als ich einem lebenden Frosche den Unterleib öffnete und die Leber mit einem äusserst dünnen und leichten geschliffenen Glasplättchen bedeckte und von oben durch unmittelbares Sonnenlicht beleuchtete, sah ich durch das Mikroskop die mit gelben Kügelchen erfüllten Gallengänge, welche nach allen Richtungen hin mit einander anastomosirten und ein dichtes Netz bildeten, und zugleich die Capillargefässe, in welchen das Blut strömte. Die letzteren waren im Allgemeinen dünner als die Gallengänge und füllten die Maschen und Rinnen, welche die Gallengänge zwischen sich übrig liessen, vollkommen aus. Das Leberparenchym bestand also nur aus Gallengängen und Haargefässen, welche zusammengenommen den Raum erfüllten, und die Gallengänge waren selbst an ihrer Oberfläche uneben durch ovale Erhabenheiten (Leberzellen), die ich für Ausbauchungen ihrer Wand halte. Wenn man die Leber zerreisst oder schabt, so zerreissen die Lebergänge und die Leberzellen schwimmen dann in grosser Menge einzeln herum als ovale, blasenartige, durchsichtige Körper, welche mit gelben Kügelchen angefüllt sind, die man durch ihre durchsichtige Wand so vollkommen durchschimmern sieht, dass sie aussehen, als bildeten sie ein frei daliegendes ovales Conglomerat von Kügelchen. Indessen überzeugt man sich doch, dass sie an dem grösseren Theile ihrer Oberfläche von einer sehr durchsichtigen zarten Haut umgeben sind, die ich für die Wand der Leberzellen halte. In den meisten dieser Leberzellen war ein farbloser, meistens runder, bisweilen ovaler Zellenkern sichtbar, dessen Durchmesser ungefähr 0,00378‴, d. h. $^1/_{264}$ Par. Linie betrug, jedoch auch oft kleiner gefunden wurde, so dass sein Durchmesser bisweilen sogar nur 0,0028‴, d. h. $^1/_{355}$ Par. Linie betrug. War der *Nucleus* oval, so konnte sein grosser Durchmesser bis zu 0,00567‴, d. h. bis zu $^1/_{176}$ Par. Linie steigen. Gewöhnlich hält man den Kern für den der Leberzelle angehörenden *Nucleus*. Ich kann aber dieser Meinung nicht beitreten, denn zu manchen Zeiten sind diese Kerne in vielen Zellen gar nicht sichtbar, in manchen sind sie so blass, dass man sie nur dadurch wahrnimmt, dass die benachbarten gelben Kügelchen sie umgeben und nicht in den Raum hineinreichen, den sie einnehmen, sondern eine runde durchsichtige Lücke zwischen sich übrig lassen. In manchen Leberzellen hat dieser *Nucleus* einen ziemlich bestimmten Contour und enthält selbst einen ziemlich grossen *Nucleolus* oder mehrere *Nucleolos*, oder auch viele sehr kleine

Digitized by Google

Kügelchen, z. B. 4 bis 10, die einen Durchmesser haben, welcher zwischen 0,00091‴ und 0,00063‴, d. h. zwischen $^1/_{1099}$ und $^1/_{1587}$ Par. Linie schwankt. Was aber die Hauptsache ist, die *Nuclei* trennen sich beim Frosche eben so wie bei anderen Thieren sehr leicht von den Leberzellen und schwimmen dann einzeln herum. Sie unterscheiden sich dadurch sehr von dem *Nucleus* der Elementarzellen der Epithelien, denn an diesen sitzt der *Nucleus* fest und trennt sich von der Wand nicht los. Ich vermuthe, dass der *Nucleus* in den Leberzellen der Anfang der Bildung eines Blutkörperchens ist.

Wenn man fragt, wo die zahlreichen gelben, dotterähnlichen Kügelchen hinkommen, wenn die Leber die gelbe Farbe verliert und eine rothbraune annimmt, da doch die Galle in der Gallenblase der Frösche keine solchen Kügelchen unaufgelöst enthält, sondern eine völlig durchsichtige grüne Flüssigkeit ist, so habe ich zu bemerken, dass ich zwar einige Fälle beobachtet habe, wo ich die Gallenblase eines Frosches, dessen Leber gelb war, schlaff und zusammengefallen fand, und wo die in ihr enthaltene Flüssigkeit theils sehr kleine gelbe Kügelchen, theils braune Pigmentkügelchen, wie man sie in den Gallengängen der Leber antrifft, enthielt. In einem solchen, im April 1845 beobachteten Falle waren ausser den kleinen gelben Kügelchen auch sehr grosse darin, welche einen Durchmesser von 0,032‴ bis 0,041‴ hatten. Da nun die Epitheliumzellen der Schleimhaut des Darmcanals bei den Fröschen im Frühjahre in grosser Menge gelbe Kügelchen enthalten, welche sie resorbirt zu haben scheinen, so ist es nicht unmöglich, dass zu einer gewissen Zeit gelbe Galle, welche die beschriebenen gelben Kügelchen unaufgelöst enthält, aus der Leber der Frösche in den Darm derselben abgeführt werde.

Die Galle enthält aber solche unaufgelöste gelbe Kügelchen so selten, dass man annehmen muss, dass sie gewöhnlich nicht unaufgelöst aus der Leber abgeführt werden. Ich vermuthe, wie gesagt, dass sich in den Leberzellen Blutkörperchen bilden, dass zu diesem Zwecke daselbst die beschriebenen *Nuclei* entstehen, und dass die gelben, in den Leberzellen aufgehäuften Kügelchen grossentheils zur Bildung der Blutkörperchen verwendet werden, dass sich aber ausserdem aus den Farbestoffkügelchen und gelben Kügelchen in den Gallengängen grünliche durchsichtige Galle bilde, die keine unaufgelösten Stoffe schwebend enthält und durch die sehr engen Gallengänge des Frosches in die Gallenblase und in den Darm des Frosches gebracht wird.

Digitized by Google

Die in den Leberzellen gebildeten Blutkörperchen können, wie mir scheint, auf eine ähnliche Weise in die Blutgefässe der Leber hinüber treten, wie das Thierei aus dem Eierstocke in die Höhle der Bauchhaut und in die Tuba. Ein solcher Process ist in der Leber viel leichter möglich, als dort im Eierstocke; denn die Wände der Gallengänge und der zwischen ihnen liegenden Haargefässe sind unter einander verwachsen und so dünn, dass *Engel* behauptet, die Haargefässe der Leber hätten gar keine Wände, sondern wären nur Zwischenräume zwischen den Leberzellen. Jedenfalls ragen die Leberzellen hervor und folglich in die Höhlen der mit ihnen verwachsenen Haargefässe hinein, und sobald eine Leberzelle sich öffnet, kann auch ihr Inhalt in das benachbarte Haargefäss hinüber treten.

Die Gründe, die mich zu jener Vermuthung führen, dass sich in den Leberzellen Blutkörperchen bilden, sind folgende:

1) dass die Leberzellen wegen ihrer ovalen Gestalt und passenden Grösse und Verwachsung mit der dünnen Wand der Haargefässe der Leber sehr wohl geeignet sind, als die Bildungsstätte der Blutkörperchen betrachtet zu werden,

2) dass sich in ihnen ein *Nucleus* bildet, der nicht fest an ihnen haftet, sondern sehr leicht aus ihnen austritt,

3) dass dieser *Nucleus* sich in der Leberzelle mit einem Conglomerate gelber dotterähnlicher Kügelchen umgiebt, jedoch so, dass er meistens nicht in der Mitte desselben liegt,

4) dass ich die Kügelchen dieses Conglomerats bisweilen und an manchen Orten in eine gleichförmige gelbliche Materie zusammengeflossen gefunden habe, welche der gelblichen Substanz der Blutkörperchen ähnlich zu sein schien,

5) dass ich in der Leber, in der Periode, wo sie braunroth ist, Blutkörperchen von sehr verschiedener Grösse und Gestalt, ovale und runde, grosse und kleine, gefunden habe,

6) dass ich unter den Blutkörperchen, die auf der Schnittfläche einer solchen Leber austreten, viele finde, welche

Digitized by Google

sich gegen Wasser anders verhalten, als die reifen Blutkörperchen, indem sie in ihm nicht so schnell und so sehr aufschwellen und daher nicht so schnell und so sehr ihre Gestalt ändern, als jene, auch nicht farblos und dadurch unsichtbar werden,

7) endlich, dass es einer Erklärung bedarf, wohin die unaufgelösten Kügelchen kommen, die in so grosser Menge in die kleinen Gallengänge abgesetzt werden, da nur ausnahmsweise solche Kügelchen der Galle beigemengt sind und die Galle eine grünliche durchsichtige Flüssigkeit ist, die nur feste Stoffe in aufgelöstem Zustande enthält.

Wenn ich mich bei dieser Untersuchung hauptsächlich auf den Zustand bezogen habe, in welchem sich die Leber in gewissen Perioden des Lebens befindet, wo sie ihre Farbe schnell wechselt, nämlich bald eine gelbe Farbe annimmt und dann wieder braunroth wird; so geht meine Meinung keineswegs dahin, dass sie nur in jenen Perioden die Verrichtung habe, Blutkörperchen zu bilden, sondern ich glaube, dass diese Verrichtung immer stattfinde, dass es aber gewisse Perioden gebe, wo die Bildung der Blutkörperchen oder auch die Bildung von Dotterkügelchen in der Leber in viel grösserer Menge geschieht, als sonst, und dass diese Lebensperioden vorzugsweise geeignet sind, Untersuchungen hierüber anzustellen und die Richtigkeit oder Unrichtigkeit der aufgestellten Vermuthung zu prüfen.

Dass die Leber bei Fröschen, die den Winter, ohne etwas zu fressen, zugebracht haben, im beginnenden Frühjahre, während ihr Darmcanal noch ganz leer ist, in kurzer Zeit eine so beträchtliche Farbenveränderung erleidet, ist sehr schwer zu erklären. Ich vermuthe, dass die viele Lymphe, die sich während des Winters in den sehr grossen Lymphräumen angehäuft hat, zu dieser Zeit durch die Lymphherzen in grosser Menge in die Blutgefässe herüber gepumpt und zur Bildung von Blut, Fett, Eiern und Samen benutzt wird. Denn auch bei den männlichen Fröschen, welche nichts zu fressen bekommen haben, nehmen die in der Nähe des Hoden befindlichen Fettlappen ausserordentlich an Grösse zu, während die Leber gelb wird. Das Wachsthum der Eier und die Absonderung des vielen Samens erfordern den Aufwand und also auch die Bereitung von einer grossen Menge Nahrungsstoff. So wie nun die Leber bei den Hühnern zu der

Digitized by Google

Zeit, wo sie viel Eier legen und zugleich selbst fett werden, gelb wird und also bei der Vorbereitung zur Bildung der Dottersubstanz und des Fettes mitzuwirken scheint, so scheint die Leber der Frösche im Frühjahr bei der Bildung der Eier, des Samens und des Fettes mitzuwirken, und diese Zeit ist vorzüglich günstig, um über die Verrichtung der Leber Untersuchungen anzustellen.

Digitized by Google

OEFFENTLICHE SITZUNG AM 18. MAI

ZUR FEIER DES GEBURTSTAGS SR. MAJ. DES KOENIGS.

Eduard Friedrich Weber, *über ein Verfahren, den Kreislauf des Blutes und die Function des Herzens willkührlich zu unterbrechen.*

Vor mehreren Jahren habe ich durch Versuche, die ich an mir selbst machte, gefunden und meinen wissenschaftlichen Freunden gezeigt, dass ich willkührlich bewirken kann, dass der Herz- und Pulsschlag fast augenblicklich verschwinden, wenn ich der Luft den Austritt aus der Brusthöhle verschliesse und die Brust zugleich comprimire, und nicht eher wieder zurückkehren, bis die Zusammendrückung der Brust aufgehört hat. Folgendes sind die Resultate einer weiteren Ausführung dieser Versuche, die ich unter dem Beistande meines Bruders *Ernst Heinrich*, der den Versuch wiederholt und bestätigt hat, und mit Unterstützung der Herren Professoren *Günther*, *Lehmann* und *Hankel* angestellt habe.

So wie der Herzschlag, so hören auch alle mit den Bewegungen des Herzens verbundenen Geräusche, das Geräusch der Vorkammern sowohl, als das der Herzkammern, der Ton der Aorta, wie der der *Arteria pulmonalis*, sie mögen nun durch das Stethoskop oder durch das unmittelbar an die Brust gelegte Ohr untersucht werden, augenblicklich auf; dagegen fühlt man noch 3 bis 5 sehr schwache Pulsschläge. Der Puls bleibt dann mit einem deutlichen Schlage aus und wird also nicht allmählig unfühlbar.

Statt der gewöhnlichen Herzgeräusche wurde mit dem Stethoskope ein gleichförmiges Nonnengeräusch wahrgenommen, welches so lange anhielt, als die Compression der Brust fortge-

Digitized by Google

setzt wurde, aber wohl nicht vom Herzen und den grossen Blutgefässen ausging, da es nicht nur in der Gegend dieser Theile, sondern auch allenthalben hörbar war, wo die Lungen liegen. Das Herz setzt also zwar bei dem auf die Organe in der Brusthöhle ausgeübten Drucke seine Function kurze Zeit noch fort, aber so schwach, dass sich seine Thätigkeit nicht mehr durch den Herzschlag und durch die Herzgeräusche, sondern nur noch durch den Pulsschlag wahrnehmen lässt, der demnach in dieser Hinsicht ein feineres Mittel, die Herzthätigkeit zu beobachten, zu sein scheint, als der Herzschlag und die Herzgeräusche.

Die mitgetheilten Versuche unterliegen keinem Zweifel; der Erfolg ist so sicher, dass ich nicht nur zu jeder Zeit im Stande bin, die Erscheinung zu zeigen, sondern dass sie auch ein Jeder hervorbringen kann, wenn er weiss, worauf es hierbei ankommt. Gleichwohl ist die Thatsache, so wie ich sie hier ausgesprochen habe, unbekannt. Es geschieht ihrer in den grösseren Werken über Physiologie und in den speciellern Schriften über das Herz und den Kreislauf keine Erwähnung. Es wird zwar von einigen neueren Physiologen die irrige Behauptung ausgesprochen, dass man durch das Anhalten des Athems den Puls unterdrücken könne; aber dieser Behauptung wird von Andern mit Recht widersprochen, denn wie ich bald zeigen werde, kann man durch das Anhalten des Athems die von mir beschriebene Erscheinung nur dann herbeiführen, wenn man zugleich einen Druck auf die Brust ausübt. Vermeidet man dieses, so dauert der Puls auch bei einer ziemlich langen Fortsetzung des Versuchs fort.

Einige wunderbare Erzählungen aus älteren Zeiten, die von den meisten neueren Physiologen nicht für glaubwürdig gehalten und als Curiosa betrachtet worden sind, verdienen aber erwähnt zu werden, weil sie vielleicht in Zukunft durch die von mir mitgetheilte Thatsache eine Bestätigung erhalten können.

*Galen**) sagt: «Dass aber das ganze Werk der Respiration willkührlich und nur von der Seele ausgeführt werde, zeigte ein von auswärts stammender Sklave, welcher, nachdem er in heftigem Zorne sich umzubringen beschlossen hatte, dadurch, dass er ausgestreckt auf dem Boden den Athem anhielt, umkam, nachdem er längere Zeit bewegungslos dagelegen und darauf sich etwas herumgeworfen hatte.» . . .

---

*) *Galen*, über die Bewegung der Muskeln, Buch II, Cap. 6.

Digitized by Google

Von einem ähnlichen Falle erzählt *Valerius Maximus**): «Es giebt auch merkwürdige Todesfälle, welche auswärts vorgekommen sind. Hierher gehört vorzüglich der des Coma, welcher der Bruder des Räuberhauptmanns Cleon gewesen sein soll. Als dieser nämlich nach Enna, welches die Räuber inne gehabt hatten, von den Unsrigen aber genommen worden war, vor den Consul Rupilius gebracht und über die Macht und die Absichten der Flüchtigen befragt wurde, nahm er sich Zeit, um sich zu sammeln, verhüllte das Haupt und, indem er sich auf seine Knie stützte und den Athem unterdrückte, verschied er sorgenfrei unter den Händen der Wächter und vor den Augen des Machthabers. Mögen sich die Elenden quälen, denen nützlicher ist zu sterben, als fortzuleben, mit ängstlichen Vorsätzen, wie sie aus dem Leben gehen sollen, mögen sie das Schwert schärfen, Gift mischen, zum Strange greifen, von ungeheueren Höhen herunter schauen, als ob es grosser Vorrichtungen und tiefen Nachdenkens bedürfe, um das schwache Band zwischen Leib und Seele zu trennen. Coma brauchte von alledem nichts, sondern fand dadurch, dass er den Athem in der Brust verschloss, seinen Tod.»

Ferner erzählt *Appianus***) vom jüngeren Cato, dass er, als man ihm sein Schwert versteckt hatte, um ihn am Selbstmorde zu verhindern, gesagt habe: «Ich kann mich ja ohne Schwert tödten, ich darf nur den Athem eine kurze Zeit anhalten;» . . und von einem Aruspex, welcher gesagt habe: «Alle werden Sklaven, nur ich nicht,» und sich darauf auf diese Weise erstickt habe.

Eine solche Erzählung aus neuerer Zeit theilt *George Cheyne****) sehr ausführlich von einem Oberst Townshend mit, welcher an einem Nierenleiden, das von fortwährendem Erbrechen begleitet war, litt. Da seine Krankheit zu- und seine Kräfte abnahmen, kam er von Bristol in einer Sänfte nach Bath. Dr. *Cheyne* sagt wörtlich: «Dr. Baynard und ich wurden zu ihm gerufen, wir besuchten ihn ohngefähr eine Woche lang zwei Mal; aber da sein Erbrechen unaufhörlich fortdauerte und allen Mitteln widerstand, so verzweifelten wir an seinem Aufkommen.

Während er sich in diesem Zustande befand, schickte er

---

*) *Valerii Maximi* Memorabilia Lib. IX, cap. XII.

**) *Appianus*, de bell. civil. IV.

***) *George Cheyne*, The English Malady. London 1733, S. 307.

Digitized by Google

eines Morgens früh zu uns. Wir besuchten ihn mit Mr. Skrine, seinem Apotheker, und fanden seine Sinne klar und seinen Geist ruhig. Seine Wärterin und mehrere Diener waren um ihn. Er hatte sein Testament gemacht und seine Angelegenheiten geordnet. Er sagte aus, er habe zu uns geschickt, um ihm eine Aufklärung über ein seltsames Gefühl (Sensation) zu geben, welches er einige Zeit lang beobachtet und an sich wahrgenommen habe, nämlich dass er, wenn er sich fasse, sterben und den Geist aufgeben könne, sobald es ihm beliebe, und dennoch durch eine Anstrengung oder irgend wie wieder ins Leben zurückkommen könne, welches er mehrmals versucht zu haben schien, ehe er nach uns geschickt hatte. Wir hörten dies mit Erstaunen, aber da es nach den jetzt gewöhnlichen Principien unerklärlich war, so konnten wir die Thatsache kaum, so wie er sie erzählte, glauben, viel weniger eine Erklärung davon geben, wenn ihm nicht gefiele, den Versuch selbst vor uns auszuführen, was wir nicht wünschten, dass er thun solle, damit er ihm nicht in seinem schwachen Zustande schädlich werde. Er fuhr fort, deutlich und vernehmlich länger als eine Viertelstunde über dieses ihm erstaunliche Gefühl zu sprechen und bestand so sehr darauf, die Probe vor unseren Augen zu machen, dass wir zuletzt zuzugeben genöthigt waren. Wir fühlten zunächst alle drei an seinen Puls: er war deutlich, wenn auch klein und fadenförmig, und sein Herz hatte seinen gewöhnlichen Schlag. Er legte sich auf den Rücken zurecht und lag so eine Zeit lang, ohne sich zu rühren. Während ich seine rechte Hand hielt, legte Dr. Baynard seine Hand auf sein Herz und Mr. Skrine hielt einen blanken Spiegel an seinen Mund. Ich fand, dass sein Puls allmählig sank, bis ich ihn zuletzt auch durch die genaueste und feinste Berührung nicht mehr fühlen konnte. Dr. Baynard konnte an seinem Herzen nicht die geringste Bewegung wahrnehmen und eben so wenig Mr. Skrine den geringsten Hauch auf dem polirten Spiegel, den er an seinen Mund hielt. Darauf untersuchte jeder von uns wechselsweise seinen Arm, Herz und Athem, konnte aber bei der feinsten Untersuchung auch nicht das geringste Lebenszeichen an ihm entdecken. Wir sprachen lange, so gut wir konnten, über diese seltsame Erscheinung, und da wir sie alle für unerklärlich und räthselhaft erklärten und fanden, dass er immer noch in dem Zustande verharrte, so fingen wir an zu muthmassen, dass er in der That den Versuch zu weit getrieben habe, und zuletzt waren wir überzeugt, dass er wirklich todt sei, und waren eben

Digitized by Google

bereit, ihn zu verlassen. Dies dauerte ohngefähr eine halbe Stunde bis 9 Uhr Morgens im Herbste. Als wir weggehen wollten, bemerkten wir einige Bewegungen an dem Körper, und bei der Untersuchung fanden wir, dass sein Puls und die Bewegung seines Herzens allmählig zurückkehrten. Er begann sanft zu athmen und leise zu sprechen: wir waren im höchsten Grade über diesen unerwarteten Wechsel erstaunt, und nach einigen weiteren Unterhaltungen mit ihm und unter uns selbst gingen wir fort, völlig von allen Einzelheiten dieser Thatsache überzeugt, aber bestürzt und verlegen und unfähig, uns eine Vorstellung zu ihrer Erklärung zu machen. Er liess später den Anwalt zu sich rufen, fügte ein Codicill zu seinem Testamente, setzte für seine Diener Legate aus, nahm das Sacrament und starb ruhig und gefasst um 5 oder 6 Uhr Abends.» Bei der Section fanden sich alle Organe der Brust- und Bauchhöhle, mit alleiniger Ausnahme der rechten Niere, in völlig normalem Zustande. «Die rechte Niere, sagt *Cheyne*, «war ohngefähr 4 Mal so dick, als die linke, ausgedehnt wie eine aufgeblasene Blase und nachgiebig, als ob sie voll Brei wäre. Er hatte oft während der Krankheit nach dem Urin eine molkenartige Flüssigkeit abgehen lassen. Als wir diese Niere öffneten, fanden wir sie voll einer weissen, kalkartigen Materie, und die ganze fleischige Substanz derselben durch das, was ich einen Nierenkrebs nannte, aufgelöst und zerstört.»

Dr. *Cheyne* erzählt, wie man sieht, nur was er gesehen, ohne auch nur eine Vermuthung darüber zu äussern, wie Townshend sich in jenen Zustand versetzt habe. Es bleibt daher Jedem überlassen, ob er diesen Fall gleichfalls hierher rechnen wolle.

Viele Physiologen schreiben, wie oben bemerkt worden ist, der Unterbrechung der Athembewegungen einen sehr störenden Einfluss auf den Kreislauf des Blutes zu, und manche von ihnen haben sogar jene Erzählungen, wenn man denselben überhaupt Glauben schenken dürfe, dadurch zu erklären gesucht. Andere Physiologen widersprechen ihnen und meine eigenen Versuche beweisen, dass das Anhalten des Athems in kurzer Zeit und auf mechanische Weise den Puls- und Herzschlag nicht abändert, wobei jedoch von mir nicht geleugnet wird, dass eine längere Unterbrechung des chemischen Processes der Respiration auf den Kreislauf des Bluts eine secundäre Einwirkung habe und haben müsse. Indessen erfolgt diese Einwirkung so spät, dass sie bei der Erklärung der von mir mitgetheilten Erscheinungen noch nicht in Betracht kommt. Ich will hier die einander sehr wider-

Digitized by Google

sprechenden Ansichten der verschiedenen Physiologen über den Einfluss des Athemholens auf den Kreislauf des Bluts zusammenstellen.

Die älteren Physiologen, *Swammerdam*, *Senac*, *Haller*, behaupten, dass die wechselnde Bewegung des Aus- und Einathmens nothwendig sei, damit das Blut ungehindert durch die Haargefässe der Lungen hindurchgehe, woraus von selbst folgen würde, dass, da alles Blut bei seiner Kreisbewegung durch die Lungen hindurchgehen muss, diese durch die Unterbrechung der Athembewegungen wesentlich gestört werden müsse.

So sagt *Swammerdam*:*) «*Nisi dilatatum fuerit pectus atque ab aere propulso appulsove expandantur pulmones eorumque vasa sanguis in ac per eosdem haud moveri possit.*»

Ferner sagt *Senac*:**) «*Le coeur est une espèce de pendule; il est agité par les oscillations alternatives; l'inspiration ni l'exspiration ne souffriraient pas séparément pour soutenir la circulation et pour animer le coeur, c'est en se succedant l'un l'autre qu'elles portent le sang dans le ventricule gauche.*»

Haller,***) welcher alle früheren Beobachtungen sehr vollständig zusammengestellt hat, sagt: «*Praeterea in vivo animale, cujus cor contrahitur, et in arterias pulmonales sanguinem data vi emittit, omnino nunc sanguis in eas arterias facilius atque adeo celerius irrumpit, postquam deletis retardatricibus plicis rectae nunc sunt: sed inprimis postquam totus pulmo undique dilatatus est et plurimus nunc aer vasculoso undique reti circumfunditur, maxima vis pressionis de arteriis aufertur, qua ante inspirationem urgebantur. Cum enim in angusto pectore pulmo a parietibus suae caveae undique premeretur, inque compactam viciniam vasa ad vasa, membranaeque vasorum ad membranas pellerentur, nunc contra, nata inter vicina vasa et circa vasorum peripheriam levissimi elementi copia, parietum pectoris pressio vasorumque vicinorum sibi incumbentium pondus aufertur et nihil est porro, praeter aerem, quod in eadem vasa gravitet. . . .*

Ergo sanguis, per leges de aere descriptas, in spatium aereum irruit, tanquam paene nullam resistentiam inveniret, facilitate

---

*) *Tractatus de respiratione, Sect. II. cap. III.* §. 1.

**) *Traité de la structure du coeur, Tome II. livre III. chap. VIII. pag.* 238.

***) *Elementa Physiologiae, Tom. III. lib. VIII. Sect. IV.* §. 11. *Edit. Lausannae* 1759. *pag.* 245.

Digitized by Google

summa et celeritate. . . . . Hinc ab inspiratione summa facilitas nascitur sanguini de corde dextro exeunti, adeoque ex ordine sanguini idem ad cor redituro, adeoque vena cava utraque se celeriter deplet et sanguis de cerebro deque totius corporis venis ad cor rapitur et cerebrum et omnes eae venae subsident. Hinc immeabilis pulmo, quando collapsus et non inspiranti similis, meabilis redditur, quoties aere inflatur. Facilius ergo per inflatum pulmonem transit injectus quicunque liquor: facilius transit sanguis ipse de corde expulsus. Hinc de inciso pulmone sanguis per inspirationem celerius projicitur. Hinc inspiranti homini pulsus celerior: et suspirium pulsum accelerat. Hinc aere in pulmones impulso, in animale languido, saltus de apertis vasis augetur, celeriorque fit aut vicissim tardior, uti fortius aer impellitur aut remissius. Hinc sanguinis majori copia de corde expulsa respirationes majores fiunt et frequentiores, et contra rariores et minores, si sanguinis copia minor fuerit. Hinc sanguinis quantitas major ex corde pulsa cognoscitur ex respiratione aucta, estque fere in ratione pulsuum. Hinc altero latere pectoris aperto aut respiratione a vapore suffocante, aut alio modo laesa pulsus parvus fit et celer. Hinc suppressa respiratione sanguinis per pulmonem circuitus sufflaminatur et animo linquimur et reddito aere vicissim anima redit. Hinc sanguine effuso et pulmonem premente aeger animam agit idemque refocillatur eo sanguine educto. Hinc illud celebre experimentum, quod Hookio tribuitur, cum dudum ante Cl. Virum factum sit. Nempe deleto pectore, pulmone aeri exposito et callapso, hinc impervio, quando animam bestia agit, et nunc morti proxima videtur, inflato pulmone vita fugitiva revocatur.»

Und §. 13, S. 252, weiter:

«Paradoxum videri possit, ab inspiratione sanguinis in pulmonem commeatum expediri: inflato etiam aere, quod genus est magnae inspirationis, animalia moribunda reviviscere et sanguinis per pulmones iter revocari: et tamen hanc eamdem, adeo faventem sanguinis per pulmonem motui inspirationem sola paulo diuturniori continuatione anxietatem primo incredibilem facere; deinde si vel voluntatis violento imperio tamen aer in pulmone retineatur vel ab alia causa intra pulmonem copiosior servetur, denique sanissimum et fortissimum hominem subito interire. Haec enim mors fuit latronis ad Augustum ducti et servi barbari, de quo Galenus scripsit, hoc mancipiorum angolensium artificium. Haec eadem mors olim alteri et maximo tetraonum generi pervicaciter spiritum retinenti familiaris fuisse legitur. Haec demum infantibus aut ex ira aut alio ex infortunio aerem retinentibus pernicies.

Digitized by Google

Deinde par omnino mors est hominum aut animalium, quando in aere compresso et validiore exstinguuntur, in quibus pulmones inflati et distenti reperiuntur, omnino quales per inspirationem facti sunt cum nimium aeris pondus exspirationem inhibeat.

Hujus nunc anxietatis et suffocationis et denique mortis causam non est arduum invenire. Adparet enim, ab inspiratione diutius continuata sanguinem in pulmonem quidem advenire et congeri, exitum vero ex pulmone non invenire.

Nixus enim est ipsa diuturnior inspiratio: sed in nixu collum et facies turget, et distenditur, ut etiam venas ruperit contentas vinculo, et vasa in pulmonibus crepuerint, atque sanguis funesto eventu exudaverit. Ruptae ex nixu venae. Sub membranam pulmonis sanguinis effusi copia, qui sub clavicula protuberaret.

Deinde cum venae se deplere nequeant, etiam in arteriis sanguis stat congestus, easque dilatat. Nihil frequentius aneurysmate ex nixu nato. In equis pontes conscendentibus, dum graves currus trahunt, frequentia aneurysmata. Ab eadem causa vasa denique passim rumpuntur, ut in rene sanguis in vias urinae transeat, inque cutis vascula, et in cellulosa spatia varia, aut de labiis effundatur.

Ex ipsis arteriis incisis sanguis nitenti altius salit. Retento spiritu pro lubitu juvenis ex vulnere pedis sanguinem expellebat, et vicissim suppressa respiratione sanguis de vulnere saltum sistebat. Arteria insignis rupta in femore et mors subita. Haec in modica hactenus inspiratione constanter fiunt. Nam eadem diutius protracta demum sanguis ad sinistrum cor redeuntis penus subprimitur, et cruoris adeo copia corpori universo debita diminuitur et cordis vires labascunt, et pulsus parvus fit et lentus et vertigo obrepit et denique pulsus omnino evanescit: quo quidem celebrem illam tribuni militaris historiam refero, qui ex arbitrio ut amico spectaculum praeberet, mortis speciem induere noverat. Ab eo statu ad mortem breve iter est.»

Gegen die von *Swammerdam*, *Senac* und namentlich *Haller* aufgestellte und vertheidigte, in der Physiologie allgemein angenommene Lehre, dass das Blut die Lungen, durch die es in seinem Kreislaufe hindurchgehen muss, nur passiren könne, wenn dieselben wie bei der Athembewegung wechselsweise sich ausdehnen und zusammenziehen, und dass daher durch Unterbrechung der Athembewegung der Durchgang des Bluts durch die Lungen und somit der ganze Kreislauf gestört werde, ist *Emmert**)

*) *Emmert*, über die Unabhängigkeit des kleinen Kreislaufs vom Athmen. Reil's Arch. 1802, Bd. 5. S. 401.

Digitized by Google

aufgetreten, indem er sich auf directe Beobachtungen theils bei Vivisectionen, theils am lebenden Menschen stützte. Er zeigte nämlich, dass, wenn er bei Caninchen die Luftröhre zuband, nachdem er die Lungen möglichst mittelst eines Blasebalgs aufgeblasen, oder auch sie durch gewaltsame Compression der Brust möglichst von Luft entleert hatte, der Kreislauf ungestört eine Zeit lang fortging, ungeachtet das Athmen vollkommen unterbrochen und die Lungen dabei über das natürlich mögliche Maass entweder ausgedehnt oder zusammengedrückt worden waren. Auch durch Versuche, die er an sich selbst machte, wies er nach, dass, wenn er das Athmen, sowohl während des Inspirirens, als während des Exspirirens, eine Minute und auf längere Zeit anhielt, die Speichenarterie fortpulsire und nur die Zahl ihrer Schläge sich um 5 bis 6 auf die Minute verlangsame, während umgekehrt durch häufiges Athmen der Puls häufiger werde.

Emmert folgerte aus diesen Beobachtungen:

1) dass der grosse Kreislauf bei der Hemmung des Athems in der Inspiration oder Exspiration fortdauere,
2) dass er sich sogar bei einer stärkeren Zusammenpressung der Lungen, als während des Lebens je vorkommt, noch zeige, und dass folglich der kleine Kreislauf ohne die abwechselnde Ausdehnung und Zusammenziehung der Lungen stattfinden könne und er also auch nicht nothwendig von dem Athmen abhänge.

Diese Versuche von *Emmert* sind meines Wissens nicht widerlegt noch bestritten worden. Demohngeachtet sagt *Valentin*:*) «Durch tiefes und lange Zeit eingehaltenes Athmen können wir den Pulsschlag der Arterien so sehr schwächen, dass man ihn an der Radialarterie gar nicht mehr fühlt.»

Auch *Kürschner***) schreibt dem Anhalten des Athmens einen beträchtlich störenden Einfluss auf die Blutbewegung zu; denn wenn er auch Seite 84 sagt: «Wir können nicht willkührlich das Herz in seiner Thätigkeit unterbrechen, obgleich behauptet wurde, dass es Menschen mit dieser Fähigkeit gegeben habe,» so fügt er doch eine halbe Seite weiter hinzu: «Es kann in einzelnen Fällen durch die Respiration, namentlich durch tiefes Inspiriren, der Herzschlag für eine sehr kurze Zeit ganz unfühlbar werden,

*) Lehrbuch der Physiologie, 1844 1. Bd. S. 496.

**) *Wagners* Wörterbuch der Physiologie, 1844. Artikel: Herzthätigkeit.

Digitized by Google

und daher mag die Behauptung gekommen sein, dass es Menschen gebe, welche den Herzschlag willkührlich aussetzen lassen könnten.»

Die neuesten Beobachtungen über diesen Gegenstand sind die von *Frei*,*) der, wie es scheint, Gelegenheit gehabt hat, die Fähigkeit, den Puls willkührlich ausbleiben zu machen, bei einzelnen Individuen zu beobachten. Er sagt: «Ich glaube nicht, dass sich die bei manchen Individuen, sowohl bei willkührlich verlängerter Ex- als Inspiration, eintretende Pulslosigkeit aus mechanischen Gründen erklären lässt, weil dabei die Herzaction nicht fortdauert, sondern erkläre mir diese Erscheinung aus der gleichzeitig nachlassenden Herzaction, besonders da bei manchen Individuen durch diese willkührliche Anstrengung bloss die Frequenz des Pulses beeinträchtigt wird, halte also diese Erscheinung für durch Nerveneinfluss vermittelt.»

Zu dieser Aeusserung von *Frei* machte *Joh. Müller* folgende Anmerkung unter dem Texte: «Bei mir bleibt der Herzschlag mit anhaltender tiefer Inspiration, während der Pulsschlag der *Radialis* verschwindet. Die Fortpflanzung der Wellen durch die *Subclavia* wird durch das Heben der ersten Rippe geschwächt.» *Müller* überzeugte sich daher durch Versuche an sich selber, dass durch Anhalten des Athems im Zustande tiefer Inspiration weder der Herzschlag noch der Pulsschlag im Allgemeinen, sondern nur an der *Arteria radialis* ausbleibe, weil durch einen Druck der sich hebenden Rippe auf die *Arteria subclavia* nur der Blutlauf in dieser und in ihren Verzweigungen gestört werde.

Aus den hier zusammengestellten Erfahrungen anderer Physiologen ergiebt sich, dass zwar bei Gelegenheit der über den Einfluss des Athemholens auf die Beförderung des Kreislaufs des Bluts gemachten Versuchen von Einigen beobachtet worden sei, dass bei dem Anhalten des Athems das Ausbleiben des Pulses entstehen, und dass dasselbe daher wohl sogar willkührlich hervorgebracht werden könne, dass aber gegen diese Versuche von andern Physiologen Widerspruch erhoben worden sei. Dieser Widerspruch liess sich nicht beseitigen, weil man die wahre Ursache der wahrgenommenen Erscheinung nicht kannte und sie irriger Weise im Anhalten des Athems suchte.

---

*) *Müllers* Archiv, 1845, Versuch einer Theorie der Wellenbewegung des Bluts, S. 220.

Digitized by Google

Aus meinen sehr zahlreichen Versuchen ergiebt sich, dass man den Athem längere Zeit anhalten könne, ohne dass der Puls ausbleibt, und sogar, ohne dass er an Grösse und Frequenz eine merkliche Abänderung erleidet.

Es kommt bei diesen Versuchen Alles darauf an, den Athem anzuhalten, ohne dass die Brust und die in ihr gelegenen Organe comprimirt werden. Da dieses sehr schwer gelingt, wenn man dabei die Stimmritze verschliesst, so liess ich dieselbe offen und hielt den Athem nur dadurch an, dass ich das Zwergfell und die übrigen Wände der Brust in der Lage der Inspiration, der Exspiration, oder in einer mittleren Lage, in die ich sie gebracht hatte, erhielt, so dass durch die offene Stimmritze Luft weder in die Brusthöhle eintrat, noch aus ihr austrat. Der Athem wurde stets nur ohngefähr ½ Minute, nämlich während der Dauer von 30 Pulsschlägen, angehalten, weil bei längerer Unterbrechung des Athmens die durch die Athembeschwerden entstehenden krampfhaften Muskelthätigkeiten die Beobachtungen sehr gestört haben würden, und weil diese Zeit vollkommen genügt, jede Einwirkung zu beobachten, die das Anhalten des Athems unmittelbar aus mechanischen Gründen auf den Kreislauf ausübt. Die Versuche wurden in horizontaler Lage des Körpers gemacht, weil dann der Kreislauf ungestörter und der Puls gleichmässiger ist. Das Anhalten des Athems geschah bei den verschiedensten Graden der Erfüllung der Lungen mit Luft, und also:

1) im Zustande der gewöhnlichen Inspiration,
2) im Zustande der gewöhnlichen Exspiration,
3) im Zustande der tiefsten Inspiration und
4) im Zustande der tiefsten Exspiration.

Bei jeder dieser vier Reihen von Versuchen wurden hinter einander von dem einen Beobachter, meinem Bruder, 90 Pulsschläge beobachtet und heimlich gezählt und bei jedem 10ten Pulsschlage ein Zeichen gegeben. Die ersten 30 Pulsschläge erfolgten bei ruhiger Respiration vor dem Anhalten des Athmens, die zweiten 30 Pulsschläge während des Anhaltens des Athmens und die letzten 30 Pulsschläge nach dem Anhalten des Athmens und nach wieder hergestellter ruhiger Respiration.

Der andere Beobachter, Professor *Hankel*, notirte bei jedem 10ten Pulsschlage die von ihm an einem Secunden schlagenden Chronometer beobachtete Zeit. Ich selbst führte die Athemversuche aus.

Digitized by Google

Bei sämmtlichen Versuchen wurde während der Arretirung des Athems durchaus keine Veränderung der Grösse und Fülle des Pulses wahrgenommen.

I. Der Athem wurde im Zustande der gewöhnlichen Inspiration angehalten.

		Ablesungen der Uhr		
	Pulsschlag	1. Versuch	2. Versuch	3. Versuch
	0	0′ 6,″0	0′ 12,″0	0′ 53″0
	10	15,0	22,0	1′ 4,0
	20	25,0	34,5	44,0
der Athem angehalten	30	34,0	44,0	25,0
	40	44,0	54,0	35,5
	50	53,5	1′ 0,5	46,0
der Athem freigelassen	60	1′ 2,0	10,5	57,0
	70	13,0	20,5	2′ 8,0
	80	23,5	30,5	18,0
	90	34,0	41,0	28,0

Hieraus ergiebt sich die Dauer von 10 Pulsschlägen

vor der Sistirung des Athmens	1.Vers.	2.Vers.	3.Vers.	i. Mittel.
vom 0 ten bis 10 ten Pulsschlage	9,″0	10,″0	11,″0	10,0
„ 10 ten „ 20 ten „	10,0	9,5	10,0	9,8
„ 20 ten „ 30 ten „	9,0	9,5	11,0	9,8
während der Sistirung des Athmens				
vom 0 ten bis 10 ten Pulsschlage	10,″0	10,″0	10,″5	10,2
„ 10 ten „ 20 ten „	9,5	9,5	9,5	9,8
„ 20 ten „ 30 ten „	8,5	10,0	11,0	9,8
nach der Sistirung des Athmens				
vom 0 ten bis 10 ten Pulsschlage	11,″0	10,″0	11,″0	10,7
„ 10 ten „ 20 ten „	10,5	10,0	10,0	10,1
„ 20 ten „ 30 ten „	10,5	10,5	10,0	10,3

Demnach betrug die Dauer von 30 Pulsschlägen

	im 1.Vers.	2.Vers	3.Vers.	Mittel.
vor der Sistirung des Athmens	28,″0	29,″0	32,″0	29,″67
während der Sistirung des Athmens	28,0	29,5	32,0	29,83
nach der Sistirung des Athmens	32,0	30,5	31,0	30,16

Da aus dieser ersten Versuchsreihe die Methode der Beobachtung vollkommen einleuchtet, so lasse ich bei den folgenden Reihen die unmittelbaren Ablesungen der Zeit weg und gebe hier nur die Reihenfolgen der daraus berechneten Zeiträume von 10 zu 10 Pulsschlägen und die von 30 zu 30 Pulsschlägen.

II. Der Athem im Zustande der gewöhnlichen Exspiration angehalten.

Dauer von 10 Pulsschlägen

vor der Sistirung des Athmens	1.Vers.	2.Vers.	3.Vers.	Mittel
vom 0ten bis 10ten Pulsschlage	8,"5	9,"0	10,"0	9,4
„ 10ten „ 20ten „	9,0	10,0	11,0	10,0
„ 20ten „ 30ten „	9,0	10,0	10,0	9,2
während der Sistirung des Athmens				
vom 0ten bis 10ten Pulsschlage	10,0	10,0	11,0	10,3
„ 10ten „ 20ten „	8,5	9,5	11,0	9,7
„ 20ten „ 30ten „	10,0	9,5	11,0	10,2
nach der Sistirung des Athmens				
vom 0ten bis 10ten Pulsschlage	9,0	10,0	10,0	9,7
„ 10ten „ 20ten „	10,0	11,0	10,0	10,3
„ 20ten „ 30ten „	10,0	10,0	11,0	10,3

Dauer von 30 Pulsschlägen

	1.Vers.	2.Vers.	3.Vers.	Mittel
vor der Sistirung des Athmens	26,"5	29,"0	34,"0	28,"8
während der Sistirung des Athmens	28,5	29,0	33,0	30,2
nach der Sistirung des Athmens	29,0	34,0	34,0	30,0

III. Der Athem im Zustande der tiefsten Inspiration angehalten.

Dauer von 10 Pulsschlägen

vor der Sistirung des Athmens	1.Vers.	2.Vers.	3.Vers.	4.Vers.	5.Vers.	Mittel
vom 0ten bis 10ten Pulsschlage	9,"0	10,"0	10,"0	11,"0	10,"5	10,"1
„ 10ten „ 20ten „	8,0	10,5	10,0	11,5	10,5	10,1
„ 20ten „ 30ten „	9,0	9,5	10,5	10,5	10,0	10,1
während der Sistirung des Athmens						
vom 0ten bis 10ten Pulsschlage	9,0	11,0	10,0	11,0	10,5	10,3
„ 10ten „ 20ten „	9,0	12,0	10,5	11,0	11,5	10,8
„ 20ten „ 30ten „	9,5	10,5	11,0	10,0	11,0	10,4
nach der Sistirung des Athmens						
vom 0ten bis 10ten Pulsschlage	9,5	9,5	9,0	10,5	10,0	9,6
„ 10ten „ 20ten „	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	10,0
„ 20ten „ 30ten „	9,0	9,5	10,0	10,0	11,0	9,9

Dauer von 30 Pulsschlägen

	1.Vers.	2.Vers.	3.Vers.	4.Vers.	5.Vers.	Mittel
vor der Sistirung des Athmens	26,"0	30,"0	30,"5	33,"0	32,"0	30,"3
während der Sistirung des Athmens	27,5	33,5	34,5	32,0	33,0	34,5
nach der Sistirung des Athmens	27,5	28,5	29,0	34,0	32,0	29,5

Digitized by Google

IV. Der Athem im Zustande der tiefsten Exspiration angehalten.

Dauer von 10 Pulsschlägen

vor der Sistirung des Athmens	1.Vers.	2.Vers.	3.Vers.	Mittel
vom 0 ten bis 10 ten Pulsschlage	9,″5	10,″0	11,″0	10,″17
,, 10 ten ,, 20 ten ,,	9,5	10,0	11,5	10,33
,, 20 ten ,, 30 ten ,,	9,0	10,5	10,5	10,0
während der Sistirung des Athmens				
vom 0 ten bis 10 ten Pulsschlage	9,0	10,5	11,0	10,17
,, 10 ten ,, 20 ten ,,	9,0	10,0	11,0	10,0
,, 20 ten ,, 30 ten ,,	9,0	10,0	10,0	9,67
nach der Sistirung des Athmens				
vom 0 ten bis 10 ten Pulsschlage	8,0	10,5	10,5	9,67
,, 10 ten ,, 20 ten ,,	10,0	10,5	10,5	10,33
,, 20 ten ,, 30 ten ,,	10,0	10,0	10,0	10,0

Dauer von 30 Pulsschlägen

	1.Vers.	2.Vers.	3.Vers.	Mittel
vor der Sistirung des Athmens	28,″5	30,″5	33,″0	30,″5
während der Sistirung des Athmens	27,0	30,5	32,0	29,8
nach der Sistirung des Athmens	28,0	34,0	34,0	30,0

Stellen wir nun das mittlere Resultat von allen vier Beobachtungsreihen zusammen, so ergiebt sich:

die Dauer von 30 Pulsschlägen im Mittel aller Versuche

	vor der Arretirung des Athmens	während der Arretirung des Athmens	nach der Arretirung des Athmens
im Zustande der gewöhnlichen Inspiration	29,″7	29,″8	30,″2
,, ,, ,, ,, Exspiration	28,8	30,2	30,0
,, ,, ,, tiefsten Inspiration	30,3	31,5	29,5
,, ,, ,, ,, Exspiration	30,5	29,8	30,0

Aus diesem Endresultate ergiebt sich, wenn man die Zeit vor und während der Sistirung des Athmens vergleicht, dass die Frequenz des Pulses, wenn der Athem im Zustande der gewöhnlichen Inspiration und in dem der grössten Exspiration angehalten worden war, dadurch gar nicht geändert wurde. Beim Anhalten des Athmens im Zustande der gewöhnlichen Exspiration sowohl als bei tiefster Inspiration hat sich zwar eine geringe Verlangsamung desselben, um 1 Sec. auf 30 Pusschläge, im Mittel herausgestellt, die aber, auch abgesehen von ihrer Geringfügigkeit, nur von zufälligen Nebeneinflüssen herzurühren scheint,

Digitized by Google

denn beim Anhalten des Athmens im Zustand der gewöhnlichen Exspiration hatte sich zufolge anderer Versuchsreihen gar keine Verlangsamung herausgestellt; beim Anhalten des Athmens im Zustande tiefster Inspiration aber differiren die Resultate der einzelnen Versuche stets so sehr, indem sie bald eine geringe Verlangsamung ergeben, bald nicht, dass sich schon dadurch die Mitwirkung zufälliger Nebeneinflüsse verräth. In diesem Zustande ist nämlich das Bestreben auszuathmen so gross, dass es fast unmöglich ist, mit Sicherheit und in allen Versuchen den Brustkasten von der comprimirenden Einwirkung der Muskeln vollkommen frei zu halten.

Es ergiebt sich sonach aus diesen Versuchen, dass das Anhalten des Athmens, bei welcher Füllung der Lungen mit Luft sie auch geschehe, während der ersten halben Minute keine merkliche Einwirkung auf den Kreislauf, so weit sich derselbe durch den Puls beobachten lässt, äussere. Ob die Unterbrechung des Athmens nach längerer Zeit secundär durch den allmählig eintretenden Mangel des Sauerstoffes im Blute einen störenden Einfluss auf den Kreislauf ausübe, ist eine andere Frage: keinesfalls kann aber derselbe, da er sich während der ersten halben Minute noch gar nicht kundgiebt, in der kurzen Zeit, während welcher man den Athem willkührlich anzuhalten vermag, sehr beträchtlich werden.

Wenn nun viele frühere Beobachter zu dem entgegengesetzten Resultate geführt worden sind, so erklärt sich dieses aus der zu Anfang mitgetheilten Thatsache, dass zwar nicht durch das blosse Anhalten des Athmens, wohl aber durch Compression der Brusthöhle bei verschlossenen Luftwegen der Kreislauf gestört und sogar ganz unterbrochen wird. Man hat nämlich bei den früheren Versuchen in der Regel die Wirkung der Unterbrechung der Athembewegung nicht rein für sich beobachtet, sondern unwillkührlich zugleich bald mehr bald weniger die Brust comprimirt und hat, da man auf diesen Einfluss nicht aufmerksam gewesen ist, die Wirkung des letzteren auf Rechnung des angehaltenen Athems gesetzt. Es ist dies sehr erklärlich, weil, wenn die Luftwege verschlossen sind, in der That schon das geringste Zusammendrücken der Brusthöhle ausreicht, auf den Puls und die Herzbewegungen einen sehr beträchtlichen Einfluss auszuüben, so dass schon ein mässiges Bestreben zum Ausathmen bei verschlossener Stimmritze sogleich Herzschlag und Herztöne

Digitized by Google

verschwinden, den Puls aber wenigstens klein und seltener macht.

Der ursächliche Zusammenhang nun, warum gerade die Zusammendrückung der Brust, wenn auch nur durch ihre eigenen Exspirationsmuskeln, auf das Herz und die ganze Blutbewegung einen so mächtigen Einfluss ausübt, ist folgender: Wird die Brusthöhle nach Verschliessung des Kehlkopfes durch die Exspirationsmuskeln verengert, so wird die in den Lungen und Bronchien enthaltene Luft, da sie nicht entweichen kann, auf einen kleineren Raum zusammengedrückt und übt ihrerseits vermöge ihrer Elasticität wieder einen gleichförmigen Druck auf alle in der Brusthöhle gelegenen Theile, also nicht nur auf das Lungengewebe selbst, sondern auch auf das Herz und die grossen Gefässstämme aus. Da nun das Blut aus den Körpervenen nur vermöge des Druckes, unter dem es sich in denselben befindet, nach dem entleerten und wieder erschlafften Herzen hinströmt, so muss, wenn auf das Herz und die Hohlvenen ein Gegendruck ausgeübt wird, wie bei der Compression der Luft in der Brusthöhle der Fall ist, die Kraft des Stroms sich vermindern. Wird der Druck auf das Herz aber so gross, dass er dem Drucke des Blutes in den Venen am Halse und im Unterleibe das Gleichgewicht hält, oder sogar noch grösser als dieser, so kann gar kein Blut in das Herz und die in der Brusthöhle gelegenen Hohlvenen mehr einströmen. Die geringe Menge Blutes, welche sich innerhalb der Brusthöhle in den Hohlvenen im Herzen, in den Venen und Arterien der Lunge befindet, wird durch die zunächst folgenden Zusammenziehungen des Herzens vollends in die Aorta getrieben, worauf dann auch kein Blut mehr aus dem Herzen in die Aorta ausströmen kann. Bei einer sehr starken Compression der Brusthöhle wird daher, weil der Zufluss des Blutes durch die Hohlvenen zum Herzen abgeschnitten ist, der Puls augenblicklich sehr klein, dauert aber so lange, als das in der Brusthöhle befindliche Blut durch das linke Herz in die Aorta entleert ist, noch fort. Wenn dies meist nach 3 bis 5 Schlägen, die immer schwächer und seltener werden, geschehen ist, bleibt, weil aus dem nun leeren Herzen kein Blut mehr in die Aorta gelangt, der Puls ganz aus und kehrt erst wieder, wenn die Compression der Brusthöhle aufgehört oder nachgelassen hat.

Das Herz, durch welches jetzt kein Blut mehr hindurchgeht, ist sonach als Pumpwerk des Kreislaufs gänzlich ausser Wirksamkeit gesetzt, und da ausser dem Puls- auch der Herzschlag und

Digitized by Google

die Herzgeräusche verschwinden, so fehlen jegliche Zeichen, durch welche sich Bewegungen des Herzens nach aussen manifestirten, so dass die Frage entsteht, ob nicht das Herz wirklich völlig stillstehe. Das Ausbleiben jener äusseren Zeichen der Herzbewegungen ist aber kein Beweis für den völligen Stillstand des Herzens, denn der Pulsschlag muss unabhängig von den Bewegungen des Herzens verschwinden, wenn kein Blut mehr durch das Herz hindurchgeht. Der Herzschlag und die Herzgeräusche aber verschwinden, wie wir sahen, schon bei einer solchen Schwächung des Blutstroms, bei welcher sich die Thätigkeit des Herzens noch durch den Pulsschlag verräth, woraus hervorgeht, dass sie nicht von der letzteren allein, sondern zugleich von der Masse des durch das Herz hindurchgehenden Blutes abhängen; die Muskelkraft des Herzens wirkt nämlich unmittelbar nur nach innen und kann daher, wenn ihr hier die Blutmasse keinen Widerstand entgegensetzt, der ihr eine andere Richtung ertheilt, auch keine Wirkung nach aussen ausüben. Die sich zusammenziehenden Muskelbündel können daher zwar die inneren Wände des Herzens gegen einander drücken und verschieben, was aber keine Einwirkung nach aussen durch die Brustwände hindurch äussert.

Aus anderen Gründen, als den vorliegenden, ist die Frage, ob das Herz, wenn es, wie in unserem Versuche der Fall ist, von Blut entleert ist, stille stehe, früher von Haller angeregt worden. Er glaubte, dass beim Herzen der Anlass zur Zusammenziehung seiner Muskelfasern vom Blute unmittelbar und ohne Vermittelung der Nerven ausgehe, deshalb periodisch wie dessen Füllung mit Blut erfolge und ganz aufhöre, wenn kein Blut in das Herz gelange. Er glaubte diesen Satz durch einen Versuch bewiesen zu haben, den er für einen Fundamentalversuch seiner Irritabilitätslehre hielt. Er beobachtete nämlich, dass, wenn der Zufluss des Blutes zur rechten Herzhälfte dadurch verhindert wird, dass man beide Hohlvenen unterbindet, die ganze Herzhälfte fortfährt zu pulsiren, sobald nur in ihren Höhlen Blut enthalten ist.

Entfernt man aber vor der Unterbindung jener Venen aus ihnen und aus der Herzhälfte das Blut so vollständig, als man kann, und hindert dann den Eintritt neuen Blutes in diese Theile, so fällt, wie *Haller* sich ausdrückt, das rechte Atrium wie vom Blitze getroffen zusammen und zeigt keine Spur von Bewegung mehr.

Digitized by Google

Der rechte Ventrikel, fügt er hinzu, wird zwar nicht so ganz bewegungslos. Es scheint dieses indessen daher zu rühren, dass es nicht so leicht gelingt, ihn ganz vom Blute zu entleeren. Auch zieht ihn der fortpulsirende linke Ventrikel in eine Gemeinschaft der Bewegung.

Die Versuche von *Haller* sind aber wegen ihres unvollkommenen Resultates nicht entscheidend; denn er sagt selbst, dass nicht die ganze rechte Herzhälfte, ungeachtet sie von Blut entleert war, sondern nur das rechte Atrium wirklich bewegungslos geworden sei. Da nun zugleich ausserdem die linke Herzhälfte ungestört fortschlug und seine Bewegungen der anderen Herzhälfte mittheilte, so war es sehr schwer zu beurtheilen, ob das rechte Herz, zumal da es bewegt war, nur durch das linke oder auch durch seine eigenen Fasern bewegt werde. Ich habe daher bei Fröschen, bei deren einfachem Herzen dieser Uebelstand wegfällt, und bei denen auch die Beobachtung länger fortgesetzt werden kann, den *Haller*'schen Versuch wiederholt, das Herz stand aber nicht stille, ungeachtet seine Venen zugebunden worden waren. Auch ist es ja bekannt, dass das Froschherz nicht allein blutleer, sondern sogar herausgeschnitten sehr lange Zeit zu schlagen noch fortfährt.

Aber nicht bloss das Herz ist ausser Wirksamkeit gesetzt, sondern auch der Kreislauf des Blutes ist längs einem beträchtlichen Theile der Gefässsysteme, nämlich vom Eintritte der beiden *Venae cavae* in die Brusthöhle bis zur Aorta hin, völlig unterbrochen und zum Stillstande gebracht. Da nun diese Unterbrechung das Gefässsystem in seinem ganzen Querschnitte trifft, so müsste das Blut des Gefässsystems in den Arterien, Haargefässen und Venen des Körpers, so wie auch in dem übrigen Theile des Gefässsystems stillstehen, wenn nicht von früher her die Blutmasse ungleich vertheilt wäre und daher in den Arterien unter einem beträchtlich höheren Drucke, als in den Venen, stände. Vermöge dieses Druckes strömt das Blut auch ferner noch, bis es sich ausgeglichen hat, aus den Arterien durch das Haargefässnetz in die Venen hinüber, häuft sich in diesen an und dehnt sie beträchtlich aus. Hat der Druck des Blutes in den Arterien so weit ab-, in den Venen so weit zugenommen, dass er in beiden sich gleich geworden ist, so muss das Blut auch hier völlig still stehen. Es möchte aber nicht gerathen sein, den Versuch bis dahin zu treiben, weil dann sehr leicht der Kreislauf gar nicht zurückkehren möchte. Schon nach sehr kurzer Frist treten sehr

Digitized by Google

bedenkliche Erscheinungen als Wirkung der Unterbrechung des Kreislaufes ein; denn als ich einmal die Zusammendrückung der Brust unabsichtlich etwas länger als gewöhnlich, gewiss aber noch keine Minute, fortgesetzt hatte, wurde ich ohnmächtig. Während dieses bewusstlosen Zustandes waren von den Umstehenden in meinem Gesichte schwache convulsivische Bewegungen bemerkt worden, und als mir die Besinnung zurückkehrte, war das Gedächtniss des Vorgefallenen so gänzlich verschwunden, dass ich, ungeachtet mein Puls wieder wie vorher laut gezählt wurde, mich in den ersten Augenblicken nicht erinnern konnte, wo ich war und was um mich vorging. Da ich bei diesem Versuche, wie ich mich später erinnerte, die Compression der Brust gleich aufhob, als ich die ersten Spuren dieser Wirkungen wahrnahm, so ist es wahrscheinlich, dass bei noch längerer Fortsetzung der Zusammendrückung noch schlimmere Folgen eintreten würden, die vielleicht selbst das Leben bedrohen könnten, und es ist daher auch zu vermuthen, dass, wenn überhaupt den anfänglich mitgetheilten Erzählungen Glauben beizumessen ist, das Mittel, wodurch jene Personen den Tod herbeigeführt haben, nicht das blosse Anhalten des Athems, sondern die Zusammendrückung der Organe in der Brusthöhle gewesen sei.

Die mitgetheilten Thatsachen haben auch manches Interesse für die praktische Medicin, indem sich daraus der ursächliche Zusammenhang mancher Krankheitserscheinungen erklären lässt.

Da bei der Ohnmacht die Herzthätigkeit so vermindert ist, dass der Puls kaum gefühlt wird und bei sehr tiefer Ohnmacht vielleicht ganz verschwindet, und da umgekehrt durch die auf obige Weise willkührlich erzeugte Unterbrechung der Herzfunction selbst beim kräftigsten Menschen gleich Ohnmacht herbeigeführt wird, so darf man wohl schliessen, dass im ersteren wie im letzteren Falle die Erscheinungen der Ohnmacht zunächst von der verminderten Herzthätigkeit abhängen.

Die Zusammendrückung der Luft in der Brusthöhle durch die Exspirationsmuskeln und die sogenannte Bauchpresse kommt aber auch selbst bei vielen Verrichtungen des Körpers, z. B. beim Brechen, Husten, Niessen, bei der Darmausleerung und bei der Geburt in Anwendung, bei ersteren zwar mit häufigen Unterbrechungen, bei letzteren dagegen oft längere Zeit ohne alle Unterbrechung. Auch nimmt man sehr leicht bei gewaltsamem Pressen auf den Mastdarm die Abnahme und selbst das völlige

Digitized by Google

Ausbleiben des Pulses wahr. Man darf sich daher nicht wundern, wenn sich unter diesen Verhältnissen Wirkungen der Unterbrechung des Blutkreislaufes zeigen. Auch die Congestionen, die durch heftiges Brechen und Würgen, durch langdauernden Husten, besonders beim Keuchhusten, nach dem Kopfe entstehen, finden in den häufig auf einander folgenden Zusammendrückungen der Brust und der dadurch entstehenden Hemmung des Kreislaufes, bei welcher das Blut in den Venen zurückstauet, ihre Erklärung.

Digitized by Google

SITZUNG AM 22. JUNI.

D'Arrest, *Ueber den gegenwärtigen Cometen.* 1850. I.

Herr Observator Dr. *Petersen* auf der Altonaer Sternwarte entdeckte am 1sten Mai d. J. im Sternbilde des Drachen wiederum einen neuen teleskopischen Cometen, welcher auf erhaltene Anzeige auf der hiesigen Sternwarte zwar sofort aufgefunden, aber wegen seiner hohen nördlichen Lage mit dem grössern Fraunhofer'schen Instrumente nicht beobachtet werden konnte. Ich hielt es nicht für rathsam, mit einem kleineren Instrumente, dem überdies auf der Nordseite keine hinreichend solide Aufstellung gegeben werden kann, Positionen des Cometen zu einer Zeit zu bestimmen, während welcher derselbe mit unvergleichlich besserem Erfolge auf andern Sternwarten verfolgt wird. Nach dem jetzt genau bekannten Laufe des Cometen wird es erst vom Ende des Juni an möglich werden, Ortsbestimmungen am Refractor zu erhalten, und ich hoffe im Laufe des folgenden Monats bis zum Verschwinden des Cometen noch eine Reihe genauer Beobachtungen anstellen zu können.

Einstweilen bin ich deswegen darauf beschränkt gewesen, nach den von andern Sternwarten brieflich mitgetheilten Beobachtungen die Bahn des Cometen zu bestimmen, und wenngleich derselbe bis jetzt erst einen Theil seiner scheinbaren Bahn am Himmel zurückgelegt hat, so darf ich doch glauben, schon heute Resultate von grosser Näherung vorlegen zu können, welche insbesondere über die Natur desjenigen Kegelschnittes, welchen der Comet durchläuft, kaum einen Zweifel übrig lassen.

Die erste Bahnbestimmung gründet sich auf ein Mittel aus den Altonaer und Hamburger Beobachtungen vom Mai 2 und auf die in Berlin von Herrn Dr. *Galle* beobachteten Positionen vom Mai 11 und Mai 20. Indem ich aus einem früheren vorläufigen Versuche zur Bestimmung der Aberration die Distanzen des Cometen von der Erde entlehnte und ausserdem Praecession und Nutation berücksichtigte, fand sich durch eine leichte Rechnung:

Digitized by Google

Erste Elemente des Cometen.

Perihelzeit . . .	1850 Juli 22, 06288 M. Zt. zu Berlin.	
Länge des Perihels	272° 58′ 42,″0	Mittl. Aeq.
Länge des aufst. Knotens . .	92 39 54,5	1850. Jan. 0.
Neigung	67 52 49,8	
Log. des kl. Abstandes . . .	0,0325246	

Bewegung direct.

Die äusseren Oerter werden durch dies System genau dargestellt, der mittlere in Länge auf —0,″9 im grössten Kreise, in Breite auf —2,″9. Ausserdem werden während des ganzen Zeitraums alle mir zu Gebote stehenden Positionen ziemlich gut wiedergegeben, wie man aus folgendem Tableau ersieht, in welchem bis Mai 20 alle in Altona, Berlin und Hamburg angestellten Beobachtungen der Zeit nach zugleich mit denen einiger englischen Sternwarten zusammengestellt sind. Zu dieser Vergleichung bleibt nur zu bemerken, dass die Parallaxen unberücksichtigt geblieben sind, was indessen von sehr geringer Bedeutung ist, indem der Comet bei kleiner Zenitdistanz stets in grösserer Entfernung von der Erde als die Sonne sich befand. Kleine Unterschiede bei der jetzigen Berechnung der zu Grunde liegenden Oerter mögen zum Theil von der etwas veränderten Aberrationszeit herrühren, welche hier mit den neueren Abständen berechnet ist.

Vergleichung von Beobachtungen mit den Elementen I.

1850.	M. Zt. Berlin.	Sch. AR. des C.	Sch. Decl. des C.	Fehler der El. I. in AR.	in Decl.	Beobachtungsort.
Mai 2	10h 34m 47,″4	291° 2′ 15,″4	+71° 18′ 55,″6	+ 3,″9	+15,″9	Hamburg
2	11 13 48,9	291 1 58,5	71 19 34,0	+ 1,4	— 6,1	Altona
3	10 6 13,9	—	71 28 51,2	—	+ 8,5	Altona
3	10 29 31,9	290 46 40,3	—	+ 7,3	—	Altona
3	10 50 45,4	290 47 30,4	71 29 14,2	—15,5	+ 4,0	Hamburg
4	12 29 30,4	290 28 25,0	71 40 14,0	—12,6	—15,1	Hamburg
5	10 42 56,4	290 9 44,4	71 49 12,2	— 7,3	0,0	Berlin
7	10 46 53,1	289 22 59,6	72 8 51,4	+ 4,5	— 5,5	Berlin
7	10 42 56,4	289 20 28,2	72 9 12,0	+33,5	— 5,2	Hamburg
8	10 27 32,2	288 56 29,8	72 18 43,6	+10,9	—10,6	Hamburg
8	12 52 4,5	288 53 3,9	72 19 46,8	+ 3,1	—15,7	Liverpool
8	14 5 47,5	288 51 31,2	72 20 18,1	+ 4,9	—17,5	Liverpool
9	11 32 24,5	288 24 42,1	72 28 42,1	+ 7,6	— 7,4	Liverpool
9	12 8 15,5	288 23 45,1	72 28 57,7	+10,8	— 8,9	Liverpool
10	11 48 57,7	287 53 8,3	72 38 46,8	—14,6	—39,0	Hamburg
11	10 47 8,3	287 19 11,6	72 46 48,0	+ 3,6	+ 0,2	Berlin
12	11 50 29,5	286 38 13,0	72 56 38,3	+10,0	—11,2	Hamburg
12	11 51 10,5	286 38 36,8	72 56 35,7	+ 2,8	— 8,3	Bish.'s Obs.
13	12 1 6,5	285 56 13,2	73 5 14,0	+17,1	+ 5,8	Hamburg
20	11 20 45,1	279 35 15,1	73 56 42,2	+ 0,9	0,0	Berlin.

Digitized by Google

Es sind einige andere vorläufige Bestimmungen dieser Cometenbahn bekannt geworden, welche sowohl unter sich, als auch von dem oben mitgetheilten Systeme besonders in der Zeit und der Länge der Sonnennähe beträchtlich verschieden sind, ja es sind kaum bei einem andern Cometen so weit auseinanderfallende Angaben gemacht worden. Man würde indessen irren, wollte man aus dem Umstande, dass verschiedenen durchlaufenen Bogenstücken beträchtlich unter einander verschiedene Parabeln sich anzuschliessen scheinen, auf eine in diesem Falle merklich von der Einheit verschiedene Excentricität einen Schluss machen. Wie man im Folgenden sehen wird, kann man im Gegentheile schon jetzt mit grosser Sicherheit annehmen, dass der gegenwärtige *Petersen*'sche Comet, selbst wenn die Beobachtungen nach dreimonatlicher Sichtbarkeit geschlossen sein werden, trotz seiner starken scheinbaren Bewegung kaum eine irgend merkliche Abweichung von der parabolischen Hypothese zeigen wird.

Nachdem nämlich gegen Ende des Mai die berechneten Geradenaufsteigungen des Cometen merklich zu gross, die berechneten Declinationen merklich zu klein ausfielen, und diese Unterschiede schnell wuchsen, war ich begierig, eine genaue Reihe Juni-Beobachtungen mit in Rechnung nehmen zu können. Durch die Güte des Herrn Conferenzrath *Schumacher* erhielt ich die vorzügliche Reihe der Altonaer Meridiankreis-Beobachtungen von Mai 25 bis Juni 10, auf welche die weiteren Rechnungen gegründet wurden. In Altona ist dem Kreise eine Einrichtung gegeben worden, welche erlaubt, lichtschwache Gegenstände zu beobachten, die, wie der Comet, keine Beleuchtung der Fäden vertragen. Es ist zu dem Zweck im Meridiankreise vor und nach den Fäden ein kleines Kreismikrometer und ein kleines Rautenmikrometer angebracht, deren Lage scharf bestimmt ist. Die unten gegebene Vergleichung dieser Beobachtungsreihe wird zeigen, welcher hohe Grad von Genauigkeit Cometenbeobachtungen mit diesem Hülfsmittel gegeben werden kann.

Indem ich mich jetzt so gut als möglich an den ganzen beobachteten Bogen anschloss, den Geradenaufsteigungen jedoch mehr Gewicht beilegte als den Declinationen, insofern die ersteren in so grosser Nähe beim Pol mit grösserer Genauigkeit beobachtet werden, als es das Verhältniss der Secanten der Declination andeutet, habe ich durch Interpolation zwischen verschiedenen berechneten Systemen das folgende hergeleitet:

Digitized by Google

Zweite Elemente des Cometen.

Perihelzeit . . .	1850 Juli 23, 48002 M. Zt. zu Berlin.	
Länge des Perihels	273° 23′ 47,″84	Mittl. Aeq.
Länge des aufst. Knotens . .	92 53 23,30	1850. Jan. 0.
Neigung	68 10 36,93	
Log. des kl. Abstandes . .	0,0339176	

Bewegung direct.

Hieraus sind für die Zeiten der Altonaer Beobachtungen, welche der angedeuteten Beobachtungsmethode wegen nicht die Zeiten der wahren Durchgänge des Cometen durch den Altonaer Meridian sind, in aller Strenge die Positionen berechnet worden, und man wird die hier erlangte Uebereinstimmung völlig befriedigend finden, wenn man erwägt, dass die Bestimmung der constanten Grössen nicht auf dieser Reihe allein beruht, sondern das ganze Intervall seit der Entdeckung umfasst. Es ist klar, dass im andern Falle vorzüglich für die Geradenaufsteigungen die Fehler hätten verringert werden können.

Beobachtungen am Meridiankreise der Altonaer Sternwarte.

1850.	M. Zt. Alt.	Sch. AR. des C.	Sch. Decl. des C.	Fehler der Elem. in AR.	Fehler der Elem. in Decl.
Mai 25	13h 59m 2s	273° 1′ 28,″4	+74° 16′ 4,″1	+5,″5	—7,″7
26	13 49 17	271 34 0,3	74 16 56,9	+2,2	+0,2
28	13 29 1	268 27 30,6	74 15 38,4	+1,5	—0,3
29	13 18 32	266 49 9,0	74 13 10,5	+5,2	—2,7
30	13 7 53	265 7 55,6	74 9 20,6	+5,8	- 0,7
31	12 57 0	263 23 57,9	74 3 52,4	+4,1	+2,0
Juni 1	12 46 0	261 37 10,3	73 56 57,2	+7,0	+0,1
2	12 34 49	259 48 3,1	73 48 19,0	—	+0,3
3	12 23 33	257 57 48,6	73 37 55,4	+4,0	—1,2
5	12 0 41	254 12 3,3	73 11 3,5	+1,8	+2,3
7	11 37 40	250 24 8,7	72 35 49,1	—	—5,9
9	11 14 42	246 36 47,8	71 51 0,1	—0,9	+1,6
10	11 3 17	244 44 15,9	71 24 43,2	+0,3	+2,2

Dieser Comet war im Mai, wo ich ihn mit dem vierfüssigen Fraunhofer'schen Fernrohr betrachtete, ziemlich lichtschwach, rund und verwaschen, ohne Schweif oder schweifartige Verlängerung; auch erinnere ich mich nicht, damals einen Kern oder eine merkliche Verdichtung gegen den Mittelpunkt hin gesehen zu haben. Da er sich seitdem der Erde und der Sonne beträchtlich genähert hat, so hoffe ich, ihn, sobald er an der Südseite des Himmels erscheint, ansehnlich heller zu finden und bis zum

Digitized by Google

August zu verfolgen. In einer späteren Sitzung werde ich diese Beobachtungen mittheilen und zugleich die Berichtigungen angeben, welche die Theorie des Cometen dadurch erfahren wird.

Derselbe über den neunzehnten Hauptplaneten Parthenope.

Während ich im dritten Hefte des vorigen Jahrganges über die Entdeckung und die ersten Bahnbestimmungen der Hygiea berichtete, habe ich heute in ähnlicher Weise die ersten Mittheilungen über einen neuen Planeten zu machen, welchen derselbe Astronom, Herr *Annibal de Gasparis*, auf der Sternwarte Capodimonte bei Neapel am 11. Mai d. J. entdeckt und dem er den Namen Parthenope beigelegt hat. Diese Bezeichnung hatte *Sir John Herschel* bei Gelegenheit der Hygiea-Entdeckung in Vorschlag gebracht.

Die Auffindung und das weitere Verfolgen des als neunter Grösse angekündigten Sternes war insofern nicht leicht, als von Neapel aus nur die Positionen in zwei unmittelbar auf einander folgenden Nächten den Astronomen bekannt wurden, und die Nachricht erst gegen Ende des Monats in Deutschland anlangte. Der nahe in Opposition befindliche Planet hatte unterdessen seinen Ort nicht unbeträchtlich verändert. Ich erkannte den Planeten mit Sicherheit zuerst in der Nacht des 29sten Mai; er hatte damals die Helligkeit eines Sternes 9—10ter Grösse und ist seitdem noch merklich schwächer geworden.

Die hiesigen Beobachtungen sind sämmtlich am doppelten Ringmikrometer des Refractors ausgeführt worden, denn in den Fernröhren sowohl des Passageinstrumentes als des Kreises ward der Planet bei der geringsten Beleuchtung der Fäden durchaus unsichtbar. Indessen durch eine passende Anordnung der Beobachtungen und durch zahlreiche Wiederholungen — es wurden in jeder Nacht, wenn nicht Hindernisse eintraten, zehn und mehr Vergleichungen gemacht — habe ich diesen Mikrometerbeobachtungen eine so grosse Genauigkeit geben können, dass sie den Meridianbeobachtungen eines so lichtschwachen Gegenstandes, welche ohnehin wegen der zunehmenden Dämmerung nur von kurzer Dauer sein konnten, kaum um ein Merkliches nachstehen werden. Die Vergleichungssterne sind stets *Bessel*'sche aus dem Catalogus Regiomontanus gewesen, wobei nur zur Sicherung ge-

Digitized by Google

gen mögliche eigene Bewegung auch die Histoire Céleste berücksichtigt wurde.

Ich werde unten die hiesigen Beobachtungen mit denen der Sternwarten zu Berlin, Greenwich, Hamburg und Neapel zusammenstellen und will nun die Resultate anführen, welche ich für die Bahn der Parthenope daraus abgeleitet habe.

Elemente der Parthenope. I.

Epoche: 1850 Mai 11. 12^h Mittl. Zeit zu Berlin.			
Mittlere Anomalie . .	289° 43′ 26,″81		
Länge des Perihels	312 25 50,77	}	Mittl. Aeq.
Länge des aufst. Knotens .	125 39 21,17	}	1850. Jan. 0.
Neigung	4 33 36,51		
Excentricitätswinkel . . .	5 50 47,61		
Excentricität	0,1018647		
Log. der halb. grossen Axe .	0,3880424		
Mittl. tägl. sid. Bewegung .	928,″8445		

Aus diesen Angaben, welche übrigens auf Beobachtungsdata bis Juni 5 gegründet sind, erhellt, dass Parthenope ihrer mittleren Distanz nach die Stelle zwischen Astraea und Hebe mitten in der Gruppe der kleinen Planeten einnimmt, während ihre Bahn durch keine Eigenthümlichkeiten ausgezeichnet ist. In der Kleinheit der Neigung wird sie von Hygiea übertroffen, und mehr als sie nähern sich der Kreisform die Bahnen der Ceres und der Vesta.

Es verdient hier bemerkt zu werden, mit welcher Annäherung an die Wahrheit Herr Director *del Re* aus der Grösse der Bewegung am Entdeckungstage, welches zufällig auch der Tag der Opposition war, den damals stattfindenden Radiusvector bestimmte. In seinem Circular-Briefe vom 20sten Mai setzt er für Mai 11 $r = 2{,}45$, die gegenwärtige Rechnung giebt an diesem Tage $r = 2{,}38$, ein Unterschied, der noch nicht einmal verbürgt werden kann.

Ausser den angeführten kenne ich gegenwärtig nur die Resultate, welche mir von zwei andern Berechnern des Planeten mitgetheilt worden sind, und welche ich zur Vergleichung in ihrer ursprünglichen Form beifüge. Die ersteren sind von Herrn *Georg Rümker* auf der Hamburger Sternwarte, die andern von Herrn *Robert Luther*, Gehülfen an der Berliner Sternwarte.

Digitized by Google

Rümker's Elemente der Parthenope.

Perihelzeit . .	1851 Januar 14, 45357 Mittl. Zt. in Greenwich.				
Länge des Perihels . . .	305°	3′	1,″0	mittl. Aeq. 1850.	
Länge des Knoten . . .	125	39	7,5		
Neigung	4	33	19,0		
Log. d. halben grossen Axe .	0,3941474				
Excentricität	0,1084873				

Luther's Elemente der Parthenope.

Epoche: 1850 Mai 12. 0^h M. Zt. Berlin.

Mittlere Anomalie	285°	3′	25,″47	
Länge des Perihels	316	5	9,36	mittl. Aeq.
Länge des aufst. Knoten . . .	125	37	27,61	1850. Jan. 0.
Neigung	4	35	17,51	
Log. der halben grossen Axe .	0,3873815			
Excentricität	0,0904977			
Mittl. tägl. sid. Bewegung . .	930,″96702.			

Endlich beträgt die Umlaufszeit des Planeten um die Sonne (siderisch)

nach Rümker 1424,8 mittlere Sonnentage,
„ Luther 1392,1 „ „
„ mir 1395,3. „ „

Die Uebereinstimmung dieser drei Elementensysteme, insbesondere der Berliner und der Leipziger, ist für erste Entwürfe sehr befriedigend; selbst die grössere Disharmonie in den Angaben für die Perihellänge ist unbedeutend in Betracht der geringen Excentricität der Ellipse.

Zum Behuf der weiteren Fortsetzung der Beobachtungen nach dem Aufhören des Mondscheins, so wie zur Vergleichung der früheren Beobachtungen mit der Theorie, um diese weiter auszubilden, hat Herr *Hensel* auf meine Bitte mit grosser Sorgfalt auf die Elemente I eine Ephemeride für die Monate Mai, Juni, Juli gegründet. Mit Berücksichtigung aller kleinen Correctionen, auch der Parallaxe, haben sich daraus die den folgenden beobachteten Positionen beigeschriebenen Fehler ergeben, welche für die Juni-Beobachtungen bereits eine kleine constante Abweichung erweisen. Eine weitere Verbesserung wird vermuthlich erst nach dem Schluss der diesmaligen Sichtbarkeitsperiode nothwendig werden.

Digitized by Google

Fadenmikrometer-Beobachtungen auf der Berliner Sternwarte.

1850.	Mittl. Zeit d. Orts.	Sch. AR. d. P.	Sch. D. d. P.	Elemente I.	
				AR.	Decl.
Mai 25	$11^h12^m8^s,0$	227° 6′ 42,″2	— 9° 57′ 16,″5	+ 4,″7	— 5,″2
27	10 20 26,2	226 41 28,0	9 53 40,4	— 0,2	— 5,7
28	10 29 27,0	226 28 54,5	9 52 2,1	— 3,6	— 5,4
29	10 52 2,5	226 16 18,6	9 50 30,5	+ 2,1	— 5,5
30	9 53 19,7	226 4 50,3	9 49 14,6	— 1,8	— 3,7
31	11 35 35,5	225 52 12,8	9 47 55,0	— 1,4	— 5,6
Juni 1	11 0 30,0	225 40 59,6	9 46 53,4	+ 2,1	— 4,6
5	11 6 54,1	224 58 10,7	9 43 58,8	+ 7,0	— 10,6
7	11 9 53,2	224 38 45,5	9 43 25,4	+ 14,2	— 14,9
10	11 35 7,5	224 12 21,6	9 43 46,1	+ 22,5	— 18,0
11	10 29 9,3	224 4 42,6	9 44 8,3	+ 28,9	— 22,0

Meridian-Beobachtungen auf der Greenwicher Sternwarte.

Mai 31	10 27 15	225 52 14,2	— 9 47 57,9	+ 4,1	— 3,3
Juni 1	10 22 34	225 40 56,1	9 46 59,4	— 1,1	+ 1,9
2	10 17 54	225 29 45,9	9 45 56,1	+ 2,2	— 5,1
3	10 13 15	225 18 55,5	9 45 9,7	+ 3,9	— 6,2
4	10 8 37	225 8 20,7	9 44 29,8	+ 9,0	— 8,5
6	9 59 25	224 48 23,5	9 43 33,4	+ 12,0	— 15,1

Meridian-Beobachtungen auf der Hamburger Sternwarte.

Mai 28	10 41 34,4	226 28 30,1	— 9 52 4,2	+ 7,2	— 1,3
29	10 36 49,6	226 16 15,0	9 50 30,6	+ 7,1	— 5,6
30	10 32 6,1	226 4 18,4	9 49 15,0	+ 3,4	— 0,6
31	10 27 23,1	225 52 32,5	9 47 59,0	+ 4,8	— 4,2
Juni 1	10 22 41,6	225 41 6,5	9 46 52,8	+ 7,3	— 6,3
2	10 18 0,1	225 29 55,8	9 45 58,2	+ 10,4	— 5,4
3	10 13 22,2	225 19 7,9	9 45 12,0	+ 9,2	— 4,8

Ringmikrometer-Beobachtungen auf der Leipziger Sternwarte.

Mai 29	11 24 28,2	226 16 3,9	— 9 50 34,3	— 1,9	— 0,5
30	10 56 18,6	226 4 16,7	9 49 14,9	+ 1,4	— 0,2
31	10 41 10,4	225 52 35,9	9 48 4,1	+ 0,8	+ 0,9
Juni 1	12 2 12,9	225 40 31,7	9 46 54,4	+ 1,2	— 4,0
2	11 3 7,4	225 29 44,9	9 45 59,4	+ 3,5	— 3,0
5	11 41 38,3	224 57 57,5	9 44 2,9	+ 3,8	— 5,8
9	11 16 46,0	224 20 52,7	9 43 26,3	+ 14,8	— 19,9
10	11 6 22,6	224 12 37,0	9 43 43,0	+ 15,7	— 20,6
11	11 1 20,3	224 4 40,1	9 44 15,6	+ 19,0	— 15,3

Digitized by Google

Verzeichniss

der bei der Königl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig von ihrer Begründung im Jahre 1846 bis jetzt eingegangenen Schriften.

Schriften gelehrter Gesellschaften.

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu Wien 1848. Hft. 1—3.

Dieselben; philosophisch-historische Classe. 1849. Hft. 1—10.

Dieselben; mathematisch-naturwissenschaftliche Classe 1849. Hft. 1—10.

Dieselben; mathematisch-naturwissenschaftliche Classe 1850. Hft. 1—2.

Archiv zur Kunde österreichischer Geschichtsquellen 1848. Hft. 1—5. 1849. Hft. 1—4.

Fontes rerum Austriacarum. Herausgegeben von der historischen Commission der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. II. Abtheilung I. Band. Wien 1849.

Erster Bericht über die zur Dampfschifffahrt geeigneten Steinkohlen Englands. Von *Sir Henry de la Beche* und Dr. *Lyon Plaifair*. Auf Veranlassung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien übersetzt und herausgegeben. Wien 1849.

Abhandlungen der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Bd. 3. Aus den Jahren 1845—47. Göttingen 1847.

Nachrichten von der G. A.-Universität und der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. 8. vom Juli bis Dec. 1845. 1846. 1847. 1848 und 1849. Nr. 1—14.

Abhandlungen der K. Bayerischen Akademie der Wissensch. Mathematisch-physikal. Classe. Bd. 5. Abth. 1. 2. Philosoph.-philologische Classe. Bd. 5. Abth. 1. 2. Historische Classe. Bd. 5. Abth. 1.

Martius, E. Fr. Phil. v., Denkrede auf *J. G. Zuccarini*. München 1848.

Bulletin der K. Bayer. Akademie der Wissensch. 1847. Nr. 1—35.

Annalen der königlichen Sternwarte bei München von Dr. *J. Lamont*. I. Bd. (der vollständigen Sammlung XVI. Bd.) München 1848.

Digitized by Google

Berichte über die Verhandlungen der K. Preussischen Akademie der Wissensch. zu Berlin. Jahrg. 1844—1848. 1849. Januar bis August. November. December. 1850. Januar.

Die Fortschritte der Physik im Jahre 1845, dargestellt von der physikalischen Gesellschaft zu Berlin.
1ste Abtheilung. Berlin 1846.
2te Abtheilung. Berlin 1847.

Die Fortschritte der Physik im Jahre 1847, dargestellt von der physikalischen Gesellschaft in Berlin. III. Jahrgang, redigirt von Professor *D. G. Karsten*. 1ste Abtheilung. Berlin 1849.

Berichte über die Mittheilungen von Freunden der Naturwissenschaften in Wien, gesammelt und herausgegeben von *Wilhelm Haidinger*. Wien 1847. Bd. I. 1846. Nr. 1—6. Bd. II. 1847. Nr. 7—14.

Auszug aus den Sitzungs-Protocollen des naturwissenschaftlichen Vereins in Halle. Erstes Jahr vom Juni 1848 bis Juni 1849 mit 1 lithogr. Tafel. Halle.

Verhandlungen der Schweizerischen naturforschenden Gesellschaft. *Actes de la Société Helvétique des sc. nat.* 8. 1835. 1836. 1837. 1838. 1839. 1840. 1841. 1842. 1843. 1845. 1846. 1847. 1849.

Die wichtigsten Momente der Schweizerischen naturforschenden Gesellschaft. Zürich 1848.

Neue Denkschriften der Allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften. Neuchatel 1837 bis 1849. Vol. 1—10.

Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in Bern. Nr. 1—134. Bern 1843—1847.

Dieselben; Nr. 144—166. Bern 1849.

Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in Zürich. Hft. I. Nr. 1—13 mit einem Plane. Zürich 1847.

Meteorologische Beobachtungen, angestellt auf Veranstaltung der naturforschenden Gesellschaft in Zürich. 1837. 1838. 1839. 1840. 1841. 1842. 1843. 1844. 1845. 1846.

Denkschrift zur Feier des hundertjährigen Stiftungsfestes der naturforschenden Gesellschaft in Zürich am 30. Nov. 1846.

Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg, redigirt von *A. Kölliker, J. Scherer, R. Virchow*. Bd. I. Nr. 1—5. Erlangen 1850.

Schriften für das magnetische Observatorium der Königl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften in Leipzig.

Astronomical observations made at the Naval observatory, Washington, under orders of the honorable secretary of the Navy Dated August 13 1838. By Lieutenant J. M. Gilliss U. S. Washington 1846. (*To the royal saxon society of science at Leipsic from the author through Dr. J. G. Flügel U. S. consul at Leipsic.*)

Digitized by Google

Magnetical and meteorological observations made at Washington under orders of the hon. secretary of the navy, dated august 13 1838. By lieutenant J. M. Gilliss U. S. N. Washington 1845. (*From the author through Dr. J. G. Flügel U. S. consul at Leipsic.*)

Report of the secretary of the navy, communicating a report of the plan and construction of the depot of charts and instruments with a description of the instruments etc. By lieutenant Gilliss U. S. N. 28 th. congress 2d Session. (*From the author through Dr. J. G. Flügel U. S. consul at Leipsic.*)

Observations on days of unusual magnetic disturbances; made at the british colonial magnetic observatories under the departements of the ordonance and admiralty printed by the british government under the superintendence of lieut. colonel Edward Sabine, of the royal artillery part I 1840—1841. London 1843. (*Presented by order of the british government to the magnetic observatory at Leipsic.*)

Magnetical and meteorological observations made at the royal observatory, Greenwich in the year 1840—1843. 1844. 1845. 1846 under the direction of George Biddell Airy Esq. M. A. astronomer royal. Published by order of the board of admiralty, in obedience of her majesty's command. London 1847—1848. (*From the royal society.*)

Contributions to terrestrial magnetism no. VI by lieut. colonel Edward Sabine, from the philosophical transactions part II for 1844. London 1844. (An das magnetische Observatorium abgegeben von W. Weber.)

Contributions to terrestrial magnetism no. VII and VIII. By lieut. colonel Sabine R. A. For sec. r. s. London 1846. From the philosophical Transactions part III for 1846. (An das magnetische Observatorium abgegeben von W. Weber.)

Circular for the information of the directors of the british colonial magnetical observatories. Letter from the rev. Dr. Cloyd, president of the royal Jrish academy to lieut. colonel Sabine R. A. Dublin oct. 12 1848.

Magnetical and meteorological observations made at the royal observatory Greenwich in the year 1847 under the direction of George Biddell Airy Esq. M. A. astronomer royal. Published by order of the board of admiralty in obedience to her majesty's command. London 1849. 4. (An das magnetische Observatorium abgegeben von W. Weber.)

Description of apparatus for the automatic registration of magnetometers and others meteorological instruments by photography by Charles Brooke, M. B., F. R. S., F. R. C. S. E. from the philosophical transactions part. I for 1847. London 1847. 4.

Observations made at the magnetical and meteorological observatory at Toronto in Canada. 1 vol.

Observations made at the magnetical and meteorological observatory at Bombay April — December 1845 and printed by order of the honorable East India company unter the superintendence of Arthur Bedford Orlebar M. A. Bombay 1846. (Eingesendet von der Königl. Societät in London an das magnetische Observatorium der Königl. Sächs. Gesellsch. der Wiss. zu Leipzig.)

Meteorological observations made at the meteorological Bungalow on Dodabetta 8640 Feet above the Level of the Sea under the direction of T. G. Taylor Esq. F. R. S. and F. R. A. S. undertaken at the request of the honorable court of directors of the East India company, and with the sanction and assistance of the Madras government. Madras 1848.

Madras meteorological observations 1841—1845. 4.

Digitized by Google

Observations made at the magnetical and meteorological observatory at St. Helena printed by order of her majesty's government under the superintendence of lieut. colonel Edward Sabine of the royal artillery vol. I. 1840. 1841. 1842 and 1843 with abstracts of the observations from 1840 to 1845 inclusive. London 1847. (*Presented by direction of the british government to the magnetic observatory at Leipsic.*)

Annuaire magnétique et météorologique du corps des ingénieurs des mines de Russie ou recueil d'observations magnétiques et météorologiques faites dans l'étendue de l'empire de Russie et publiées par ordre de S. M. l'empereur Nicolas I et sous les auspices de M. le comte Cancrine, chef du corps des ingénieurs des mines et ministre des finances par A. T. Kupfer, directeur des observatoires magnétiques des mines de Russie et membre de l'académie des sciences de St. Petersbourg.

Année 1841. *No.* 1. 2. *St. Petersbourg* 1843.
— 1842. - 1. 2. — 1844.
Année 1843. *Nr.* 1. 2. *St. Petersbourg* 1845.
— 1844. — 1. 2. — 1846.
— 1845. — 1. 2. — 1848. (An das magnetische Observatorium abgegeben von W. Weber.)

Résumés des observations météorologiques etc. par Kupfer. St. Petersbourg 1846 *Cah.* 1. (An das magnetische Observatorium abgegeben von W. Weber.)

Annuaire magnétique et météorologique du corps des ingénieurs des mines ou recueil d'observations météorologiques et magnétiques faites dans l'étendue de l'empire de Russie et publiées par ordre de sa majesté l'empereur Nicolas I sous les auspices de M. le comte de Wrontchenko par A. T. Kupfer, directeur de l'observatoire physique central. Année 1846. *No.* 1 *et* 2. *St. Petersbourg* 1849. (An das magnetische Observatorium abgegeben von W. Weber.)

Sur la longitude de l'observatoire royal de Bruxelles mémoire lu à la séance du 6 *juillet* 1839, *par A. Quetelet.- Extrait du tome XII des mémoires de l'académie royale de Bruxelles. Bruxelles* 1839. (An das magnetische Observatorium abgegeben von W. Weber.)

Sur la différence des longitudes des observatoires royaux de Greenwich et de Bruxelles, déterminée au moyen de chronomètres, par M. M. Scheepshanks et Quetelet. Mémoire lu à la séance du 4 *décembre* 1841. *Extrait du tome XVI des mémoires de l'académie royale de Bruxelles.*

Catalogue des principales apparitions d'étoiles filantes par A. Quetelet. Mémoire lu à la séance du 8 *juin* 1839. *Bruxelles* 1839.

Sur l'état du magnétisme terrestre à Bruxelles, pendant les douze années de 1827 *à* 1839 *par A. Quetelet. Mémoire présenté à la séance du* 6 *avril* 1839 *et inséré dans le tome XII des mémoires de l'académie royale de Bruxelles. Bruxelles* 1830.

Résumé des observations sur la météorologie, sur le magnétisme, sur les températures de la terre, sur la floraison des plantes etc. faites à l'observatoire royal de Bruxelles en 1840 *par le directeur A. Quetelet. Extrait du tome XIV des mémoires de l'académie royale de Bruxelles* 1841.

Résumé des observations météorologiques et magnétiques faites à des époques déterminées. Extrait du tome XV des mémoires de l'académie royale de Bruxelles.

Observations des phénomènes périodiques. Extrait du tome XV des mémoires de l'académie royale de Bruxelles.

Nouveau catalogue des principales apparitions d'étoiles filantes, par A. Quetelet. Mémoire lu à la séance du 6 novembre 1841. Extrait du tome XV des mémoires de l'académie royale de Bruxelles.

Résumé des observations météorologiques et magnétiques faites à des époques déterminées. Extrait du tome XVI des mémoires de l'académie royale de Bruxelles.

Observations des phénomènes périodiques. Extrait du tome XVI des mémoires de l'académie royale de Bruxelles.

Résumé des observations magnétiques et météorologiques faites à des époques déterminées. Extrait du tome XVIII des mémoires de l'académie royale de Bruxelles.

Observations des phénomènes périodiques. Extrait du tome XVIII des mémoires de l'académie royale de Bruxelles.

Einzelne Werke.

Lasaulx, Em. v. Ueber den Entwickelungsgang des griechischen und römischen und den gegenwärt. Zustand des deutschen Lebens. München 1847.

Hermann, K. Fr. Der Knabe mit dem Vogel. Göttingen S. a.

—— Betrachtungen üb. d. polygnotischen Gemälde in der Lesche zu Delphi. Göttingen S. a.

Benfey, Theod. Die persischen Keilinschriften. Leipzig 1847.

Dante. Göttliche Komödie, übers. von Philalethes. Bd. 1—3.

Buchner, Andr. Ueber das ethische Element im Rechtsprincip. München 1848.

Ιστορια των αρχαιων εθνων υπο Κωνσταντινου Σχινα.

Die Vegetationsorgane der Palmen u. s. w. von *Hermann Karsten.* Berlin 1847. 4. Abgedruckt aus den Schriften der K. Akad. der Wiss. Jahrgang 1847.

Die Cephalopoden des Salzkammergutes, aus der Sammlung Sr. Durchl. des Fürsten Metternich. Ein Beitrag zur Paläontologie der Alpen von *Franz Ritter von Hauer*, K. K. Bergwesens Praktikanten. Mit 11 Tafeln und einem Vorworte von Haidinger. Wien 1846.

Naturwissenschaftliche Abhandlungen, gesammelt und durch Subscription herausgegeben von *Wilhelm Haidinger.* Bd. I mit XXII Tafeln. Subscriptionsjahr vom 1. Juli 1846 bis 1. Juli 1847. Wien 1847.

Ordnungen der Wedekind'schen Preisschriften für deutsche Geschichte. Göttingen 1847.

Ueber verschiedene neue oder seltene Reptilien aus Neu-Granada und Crustaceen aus China von *Arnold Adolph Berthold.* Vorgel. in der Sitz. der K. Akad. der Wiss. am 2. Aug. 1845. Göttingen 1846.

Entwurf einer allgemeinen Untersuchungsmethode der Säfte und Excrete des thierischen Organismus, basirt auf krystallonomische, histologische und mikrochemische Bestimmungen von *Carl Schmidt*, Doctor der Med. und Pol. und Privatdocent in Dorpat. Mit 1 Steindrucktafel. Mitau und Leipzig 1846.

Digitized by Google

Zur vergleichenden Physiologie der wirbellosen Thiere, eine physiologische Untersuchung von Dr. *Carl Schmidt*. Braunschweig 1845.

Andeutungen zur Geschichte der Differential-Rechnung. Einladungsschrift u. s. w. von *Osmar Fort*. Dresden 1846.

Resultate geologischer, anatomischer und zoologischer Untersuchungen über das unter dem Namen Hydrarchos von Dr. A. C. Koch zuerst nach Europa gebrachte und in Dresden ausgestellte grosse fossile Skelett, von Dr. *C. G. Carus* etc. Mit 7 lithogr. Taf. Dresden und Leipzig 1847.

Das Kopfskelett des Zeuglodon Hydrarchos, zum ersten Male nach einem vollständigen Exemplare beschrieben und abgebildet durch *C. G. Carus*. Mit 2 Steindrucktaf. aus *Nova Acta Acad. Caes. Leop. Carol. Nat. cur. Vol. XII. P. II.*

Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik von *M. J. Schleiden*, Professor in Jena. 3. Aufl. Leipzig 1849.

Bernhard von Lindenau. Die Lebensversicherungsanstalten zu Gotha und Leipzig.

—— Beitrag zur Geschichte der Neptunsentdeckung.

Bergson, J. Das krampfhafte Asthma. Nordhausen 1850.

Pettenkofer, Max. Die Chemie in ihrem Verhältniss zur Physiologie und Pathologie. München 1848.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

INHALT.

Seite

D'Arrest, neue Verbesserung der Elemente der Hygiea-Bahn . . 1

A. F. Möbius, über einen von ihm gefundenen Beweis des Satzes vom Parallelogramme der Kräfte 10

E. H. Weber, über die periodische Farbenveränderung, welche die Leber der Hühner und der Frösche erleidet 15

E. F. Weber, über ein Verfahren, den Kreislauf des Blutes und die Function des Herzens willkührlich zu unterbrechen. 29

D'Arrest, über den gegenwärtigen Cometen 1850. I. 49

Verzeichniss der bei der K. S. Gesellschaft d. Wissenschaften zu Leipzig von ihrer Begründung im Jahre 1846 bis jetzt eingegangenen Schriften 57

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

Digitized by Google

SEP 27 1907
4066

BERICHTE

ÜBER DIE

VERHANDLUNGEN

DER KÖNIGLICH SÄCHSISCHEN

GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN

ZU LEIPZIG.

MATHEMATISCH-PHYSISCHE CLASSE.

1850.

II.

LEIPZIG.
WEIDMANNSCHE BUCHHANDLUNG.
1851.

Diesem Hefte ist am Schlusse Titel und Inhalt des Jahrgangs 1849 beigefügt.

Digitized by Google

Digitized by Google

SITZUNG AM 22. JUNI.

(Fortsetzung.)

Marchand, *Ueber das chemische Aequivalent des Magnesiums.*

Derselbe beabsichtigte hierüber später eine Mittheilung für die Schriften der Gesellschaft zu geben.

Freiherr v. Lindenau, *Kritik der Lehren von der Wärme im Innern des Erdkörpers.*

Derselbe behält sich vor, in Zukunft eine Mittheilung hierüber für die Schriften der Gesellschaft zu machen.

SITZUNG AM 27. JULI.

D'Arrest, *Ueber die totale in Syrien beobachtete Sonnenfinsterniss im Jahre* 812 *nach Chr.*

Die Chronisten des neunten Jahrhunderts berichten, dass sich am 14ten Mai 812 im südlichen Europa eine Sonnenfinsterniss ereignete, welche beträchtlich genug war, im griechischen Kaiserreiche grossen Schrecken zu erregen. So weit ich die betreffenden Stellen, welche *Struyck* in seiner allgemeinen Geographie*) citirt, auf der hiesigen Universitäts-Bibliothek habe einsehen können, sind die geschichtlichen Angaben sehr kurz und unbestimmt: sie kommen darin überein, dass die Verfinsterung in den ersten Nachmittagsstunden eintrat und in Byzanz eine ansehnliche Grösse erreichte. Nur die *Hist. Miscell.* setzt

*) Onderzoek over eenige Zon-on Maan-Eclipzen. pag. 142.

Digitized by Google

irrthümlich die Erscheinung auf den 12ten Mai, und die dort hinzugefügte Angabe: *eclipsis facta est circa XII partem Tauri juxta horologium oriente Sole**) giebt keinen näheren Umstand zu erkennen, wenn man sie nicht einfach so auslegen darf, dass die Sonne am Tage der Finsterniss nach der Beobachtung ihres Aufganges an der Armillarsphäre in den letzten Graden des Stiers gestanden habe. In der Chronographie des *Theophanes* wird die Dauer in Constantinopel übertrieben zu viertehalb Stunden angegeben, und zwar von der achten Tagesstunde bis zur eilften.**)

Schon *Calvisius* und *Petavius* haben diese partiale Verfinsterung mit den Hülfsmitteln ihrer Zeit berechnet, und *Pingré* im ersten Bande der *Art de vérifier les dates* hat auch bereits bemerkt, dass dieselbe in südlicheren Gegenden total gewesen sei. Während nun bisher keine Beobachtung des gänzlichen Verschwindens der Sonne im Jahre 812 bekannt war, hat neuerdings Herr Professor *Tuch* in der syrischen Chronik des *Bar-Hebraeus* eine Nachricht darüber aufgefunden, welche nach seiner Uebersetzung so lautet:

> Im Jahre 812 n. Chr. war am 14ten des Monats Ijar (Mai) eine totale Sonnenfinsterniss, die zwei Stunden dauerte, und die Leute zündeten Lichter an. Eine Stunde vor Sonnenuntergang wurde die Sonne wieder frei. (Chron. Syr. p. 142.)

Wir haben damit die Kenntniss einer neuen totalen Sonnenfinsterniss gewonnen, für welche der Beobachtungsort, wenn ihn gleich der syrische Chronist nicht ausdrücklich nennt, sich mit einiger Zuverlässigkeit feststellen lässt. Die unten anzuführenden Resultate der genauen Berechnung, welche die Angabe einer zweistündigen Dauer bis auf drei Zeitminuten bestätigen, scheinen zu beweisen, dass dem historischen Berichte eine genauere Beobachtung des Phänomens zu Grunde liegt. Eine solche kann im neunten Jahrhunderte an den Ufern des Euphrat nur in Rakka angestellt sein, der am Ostufer des Stroms gelegenen Residenzstadt des wenige Jahre vorher verstorbenen Harun-al-Raschid. Dort beobachtete zur Zeit unserer totalen Finsterniss der berühmte *Alfraganus;* die späteren Beobachtungen des *Albategnius* sind gleichfalls auf der Sternwarte in Rakka angestellt und seine Tafeln beziehen sich auf den Meridian dieser Stadt:

---

*) Muratorius *Rer. Ital. Script. I.* p. 177, 178.

**) *Corpu Script. Byzant. Theophanes I.* p. 772.

Digitized by Google

sie war überhaupt während dieses und des folgenden Jahrhunderts der Mittelpunkt der arabischen Wissenschaft.

Wenn man diese Voraussetzung zugiebt, welche Herr Professor *Tuch* gleich anfänglich vorgeschlagen hatte, und der sich noch andere Bestätigungsgründe hinzufügen lassen, so bietet diese vor tausend Jahren beobachtete totale Finsterniss eine neue Gelegenheit, die mehrfach angefochtene Secularbewegung des Mondknotensupplementes unserer Tafeln zu prüfen, um so mehr als neuerdings die geographische Position Rakka's genau bestimmt worden ist. In *Ritter's* Asien*) sind die früheren schwankenden Angaben über die Lage der alten Stadt Alexanders zusammengestellt: die neueste beruht auf astronomischen Beobachtungen, welche Colonel *Chesney* auf seiner Euphratreise gemacht hat. Danach hat man für den Palast Harun-al-Raschid's

Geographische Breite . . . 35° 55′ 35″
Länge östlich von Greenwich 39 3 58

und in diesem Punkte wird die Finsterniss als total *cum mora* anzunehmen sein.

Bevor ich die Sonnen- und Mondörter nach den neuesten Tafeln anführe, kann es von Interesse sein, für den Tag der Verfinsterung die verschiedenen Tafeln mit einander zu vergleichen, welche man bisher zur Berechnung dieser Erscheinungen früherer Jahrhunderte angewandt hat. Eine grosse Anzahl der Sonnen- und Mondfinsternisse der Alten sind bekanntlich zur Berichtigung der Chronologie nach den Tafeln berechnet worden, welche *Lalande* im vierten Bande der dritten Ausgabe seiner Astronomie gegeben hat: in der beträchtlichen Uebereinstimmung, welche diese Tafeln auch für die hier in Rede stehende Epoche mit den gegenwärtig vorzüglichsten zeigen, liegt eine schöne Bestätigung für die Arbeiten *Ideler's* und Anderer, und ein neuer Beweis, wie wohl gegründet das Zutrauen ist, welches die Astronomen den Zahlenangaben des *Lalande*'schen Werkes jederzeit geschenkt haben.

Sonnenörter für 812. Mai 14. 2^h M. Z. zu Paris.

	Länge ⊙	St. Bew. ⊙	Rad. ⊙
Tobias Mayer. 1770.	57° 3′ 20,″2	143,″40	15 48,″4
Lalande. III. Ausg.	57 11 28, 6	143, 45	15 47, 0
Carlini. II. Ausg.	57 12 6, 3	143, 46	15 47, 1

*) Band VII, Abth. I.

Digitized by Google

Mondörter für 812. Mai 14. 2^h M. Z. zu Paris.

	Länge ☾	Breite ☾	☾ Ω
Tob. Mayer. I. Ausg. .	58° 1′ 51″	+0° 15′ 2″	55° 12′ 55″
Tob. Mayer. II. Ausg. .	58 2 14,0	0 15 34,2	55 13 27
Lalande (Mason)	58 7 52,0	0 16 4,1	55 14 12
Burckhardt.	58 8 13,3	0 16 0,1	55 17 40

	Parallaxe ☾	Radius ☾
T. M. I. . .	59′ 33,″0	16′ 14,″5
T. M. II. .	59 34, 9	16 14, 1
Lalande . .	59 22, 9	16 13, 1
Burckhardt.	59 28, 9	16 12, 5

Die Ephemeriden der Sonne und des Mondes für die Zeit der Finsterniss sind nun die folgenden, wenn man für jene die zweite Ausgabe der *Carlini*'schen Sonnentafeln zu Grunde legt *(Effemeridi astr. di Milano per l'anno 1833)*, welche *Bessel's* Correctionen bekanntlich einschliessen. Für die Mondörter gelten die Tafeln von *Burckhardt*.

Sonne 812.

M. Zt. Paris.	A. R. ☉	Decl. ☉
Mai 13. 23^h	54° 45′ 44,″0	+ 19° 37′ 50,″5
14. 0	54 48 12, 4	19 38 23, 7
1	54 50 40, 7	19 38 56, 8
2	54 53 8, 9	19 39 29, 8

Parallaxe ☉ . . . . 8,″4
Sch. Schiefe der Ecliptik 23° 35′ 28,″8
Zeitgleichung . . . — 5^m 48,^{s}7

Mond 812.

M. Zt. Paris.	A. R. ☾	Decl. ☾	Parall. ☾	Rad. ☾
Mai 13. 23^h	53° 58′ 47,″5	+19° 33′ 31,″2	59′ 33,″2	16′ 13,″69
14. 0	54 34 55, 5	19 45 5, 0	59 31, 8	16 13, 31
1	55 11 7, 8	19 56 32, 4	59 30, 3	16 12, 91
2	55 47 23, 1	20 7 51, 7	59 28, 9	16 12, 52

Um den allgemeinen Verlauf und die Sichtbarkeitsverhältnisse der Finsterniss übersehen zu können, gelten für wahre Pariser Zeit die folgenden Elemente:

Digitized by Google

Conjunction in Länge.	812. Mai 14. 0^h 24^m 54^s
Länge der Sonne und des Mondes . .	57° 8′ 5,″1
Stündl. Bewegung der Sonne in Länge	2 33,5
Stündl. Bewegung des Mondes in Länge	35 47,3
Breite des Mondes	+ 0 10 27,0
Stündl. Bewegung des Mondes in Breite	+ 3 18,6
Parallaxe der Sonne	8,4
Parallaxe des Mondes	59 31,4
Halbmesser der Sonne	15 47,1
Halbmesser des Mondes	16 13,2

Damit erhält man ferner in wahrer Pariser Zeit:

Anfang der Finsterniss auf der Erde überhaupt Mai 13. 21^h $40,^m6$

Anfang der totalen Verfinsterung, als die Sonne in Südamerika aufging . . . . Mai 13. 22 38,5

Ende der totalen Verfinsterung, beim Untergang der Sonne in Vorderindien . . . Mai 14. 2 7,5

Ende der Finsterniss auf der Erde überhaupt Mai 14. 3 5,4.

Die Curve, welche die Axe des Schattenkegels auf der Erdoberfläche durchläuft, ist in der nächstfolgenden Tafel nach Länge und Breite angegeben: sie durchschneidet, von Südamerika ausgehend, den atlantischen Ocean, berührt die Nordwestspitze Afrika's, zieht über das mittelländische Meer und durchläuft Mesopotamien im 36sten Breitengrade.

Curve der totalen Verfinsterung.

Länge von Ferro.	Polhöhe.	
318° 28′	— 8° 27′	Westlicher Grenzpunkt oder Anfangspunkt bei Aufgang der Sonne.
320 7	— 5 48	
336 58	+ 3 48	
350 14	13 28	
1 30	22 56	
12 38	30 47	
24 45	35 0	
38 12	37 3	
53 3	36 30	
55 0	36 15	
56 59	35 58	
59 0	35 38	
61 2	35 16	
63 6	34 51	
65 12	34 24	
67 20	33 54	
69 29	33 21	
88 39	+ 27 17	Oestlicher Grenzpunkt oder Endpunkt bei Untergang der Sonne.

Digitized by Google

Ferner erhält man für Constantinopel folgende Resultate, die geographische Position dieser Stadt so angenommen, wie sie *Daussy* aus einigen Beobachtungen von Tondu hergeleitet hat.*)

Constantinopel. Sophienkirche.

Nördliche Breite 41° 0′ 16″
Länge östlich von Paris $1^h\ 46^m\ 35,^s3$.
Anfang der Finsterniss $2^h\ 31,^m2$ wahre Zt. zu Constantinopel
Ende der Finsterniss 4 26,5 » » » »
Grösste Phase . . . 3 23,9 » » » »

Es werden 10,61 Zwölftheile des Sonnendurchmessers bedeckt, und zwar ist der südliche Theil der Scheibe verfinstert.

Der blosse Anblick der obenstehenden Tafel lehrt, dass der Mittelpunkt des Schattenkegels die syrische Residenzstadt nahe berührte. Nach den genäherten Ausdrücken erhält man zunächst für Anfang und Ende

Rakka. Palast des Harun-al-Raschid.

Anfang der Finsterniss $3^h\ 19,^m3$ wahre Zeit zu Rakka
Ende der Finsterniss 5 21,9 » » » »
Untergang der Sonne 7 2,8 » » » »

und die strengen Formeln für Längen- und Breitenparallaxe und Vergrösserung des Durchmessers geben die Dauer der totalen Verfinsterung zu drittehalb Zeitminuten, nämlich:

Anfang der totalen Finsterniss $4^h\ 18^m\ 59^s$ w. Zt. zu Rakka
Ende der totalen Finsterniss 4 21 23 » » » »

Unter einer Voraussetzung also, welche durch eine wahrscheinlichere nicht leicht ersetzt werden kann, geben die gegenwärtig vorzüglichsten Sonnen- und Mondtafeln die Finsterniss des Bar-Hebraeus mit unübertrefflicher Genauigkeit wieder. Die Dunkelheit musste in der Hauptstadt gross und dauernd genug sein, um die Bewohner Licht anzünden zu lassen, und etwa anderthalb Stunden vor Sonnenuntergang wurde die Scheibe der Sonne vollständig frei. — Es ist von keiner Bedeutung, wenn sich des Theophanes Aussagen über die Dauer der Finsterniss in Constantinopel als ungenau erweisen: seine Tageszeiten für den Anfang und das Ende sind übrigens nahe die richtigen.

Eine ähnliche Untersuchung über eine andere bisher unbekannte totale Sonnenfinsterniss, welche im Jahre 1030 August 31 zu Sticklestad in Norwegen nach sicheren historischen Angaben gesehen worden ist, hat Herr Professor *Hansteen* im Supplement-

*) *Connaissance des temps.* 1835. *Additions p.* 21.

bande zu *Schumacher's* Astr. Nachrichten veröffentlicht, und die Erwartung das dort erlangte Resultat bestätigt zu sehn, gab die nächste Veranlassung zur Berechnung der totalen Finsterniss von 812. *Hansteen* findet am angeführten Orte für die durch ein noch vorhandenes steinernes Schlachtdenkmal bezeichnete Stelle die Verfinsterung nicht total: man müsste vielmehr, soll totale Verdunkelung selbst nur momentan eintreten, die Breite des Mondes 70 Secunden vermehren, d. h. die Mondknotenlänge fast einen Viertelgrad verringern. *Hansteen* gelangt damit zu einer Secularbewegung des Knotensupplementes, welche fast genau mit der Knotenbewegung zusammenfällt, die *Laplace* und *Wurm* vor längerer Zeit aus alten Finsternissen abgeleitet haben.

Ich habe deshalb ferner untersucht, welche Aenderungen die Erscheinung der Finsterniss des *Bar-Hebraeus* durch eine veränderte Knotenlänge erleidet, und zwar habe ich in runder Zahl das *Burckhardt*'sche Mondknotensupplement um 20 Minuten vergrössert. Diese Vergrösserung entspricht für das neunte Jahrhundert ziemlich nahe der *Hansteen*'schen Correction.

Für Constantinopel ist die Aenderung der partialen Verdunkelung so gut wie ganz unmerklich; Anfang und Ende fallen fast auf dieselben Zeiten, nur die Grösse wird etwas beträchtlicher.

Anfang in Constantinopel $2^h\ 26,^m4$ w. Zt. zu Constantinopel
Ende in Constantinopel $4\ \ 27,2$ » » » »

Es werden nun in der grössten Phase 11,23 Zwölftheile des Sonnendurchmessers bedeckt.

Aber die Curve der centralen Bedeckung rückt jetzt nicht unbeträchtlich gegen Norden. In der hier folgenden Tafel ist eine Anzahl Punkte derselben in der neuen Lage nach Länge und Breite angesetzt; es sind jedoch dies Mal, ausser den westlichen und östlichen Grenzpunkten nur asiatische Meridiane in Betracht genommen worden.

Curve der totalen Verfinsterung bei veränderter Knotenlänge.

Länge von Ferro.		Polhöhe.		
314°	4'	— 6°	44'	Westlicher Grenzpunkt.
53	17	+38	10	
55	15	37	55	
57	15	37	38	
59	16	37	18	
61	19	36	56	
63	23	36	31	
65	29	36	4	
67	37	35	34	
69	46	35	2	
91	1	28	47	Oestlicher Grenzpunkt.

Digitized by Google

Nur vier bis fünf geographische Meilen nördlich und südlich von dieser Linie kann die Verfinsterung eine totale sein: sie ist aber jetzt für den Meridian von Rakka sechsundzwanzig Meilen nach Norden gerückt. Die Sonnenscheibe wird dort in der That nicht mehr gänzlich bedeckt worden sein.

Wie man aus dem Mitgetheilten ersieht, erlauben die Resultate unserer Finsterniss nicht direct einen entscheidenden Schluss auf die Secularbewegung der Mondknoten zu machen, aber sie scheiden doch gewisse Grenzen ab, welche nicht immer eingehalten worden sind. Ueberdies machen sie eine Annahme wahrscheinlich und lassen sich kurz so zusammenfassen:

Die totale Finsterniss des *Bar-Hebraeus*, unter der wahrscheinlichsten Annahme, welche man über den Ort der Beobachtung zu Grunde legen kann, bestätigt die Bewegung des Mondknotensupplementes der *Burckhardt*'schen Tafeln. Sie schliesst jedoch weder eine Verringerung dieser Bewegung von zwei Minuten in hundert Jahren aus, in dem Sinne von *Laplace, Wurm, Oltmanns*, *Hansteen*, noch widerspricht sie unbedingt einer Vermehrung um dieselbe Grösse, im Sinne *Bürg's* und *Triesnecker's*. Einer noch beträchtlicheren Aenderung widerstreitet auch diese Finsterniss. Das Phänomen der totalen Verdunkelung wird mit *Hansteen's* Correction nördlich, mit *Bürg's* südlich von Rakka versetzt, in beiden Voraussetzungen für die berühmte Sternwarte der Hauptstadt ausfallend.

Diese neue Bestätigung der bewährten *Burckhardt*'schen Mondtafeln kann den Astronomen nicht unerwartet sein; es muss aber um so angenehmer erscheinen, jetzt von Neuem eine solche gefunden zu haben, als die kürzlich von *Hansteen* angedeutete Verbesserung der Knotenbewegung jener Tafeln allerdings auf eine überraschende Weise mit den früher angedeuteten übereinkommt. Geht man indessen näher auf das Detail der *Wurm*'schen Rechnungen ein, — von der Arbeit, welche *Bouvard* auf *Laplace's* Veranlassung ausführte, sind die aus den einzelnen Finsternissen hervorgegangenen Bestimmungen nicht bekannt geworden, — so könnte man sich veranlasst fühlen, diese Uebereinstimmung für eine mehr zufällige anzusehn.*)

*) *Wurm* in *Lindenau* und *Bohnenberger's* Zeitschrift. Band III. Ueber *Bouvard's* Arbeiten vergleiche man *Connaissance des temps pour l'année VIII*, und in Betreff der arabischen Finsternisse *Mémoires de l'Institut national II. pag.* 3.

Digitized by Google

Hankel, *Ueber die Construction eines Elektrometers.*

Die Verbesserung und Vervollkommnung der zur Wahrnehmung und Messung der Elektricität dienenden Instrumente ist für die weitere Entwickelung der Elektricitätslehre von grosser Wichtigkeit, und es dürfte daher die Mittheilung der Construction eines solchen Instrumentes, welches alle bisher gebrauchten rücksichtlich der Empfindlichkeit bei Weitem übertrifft und doch zugleich eine Messung der Stärke der Elektricität, sowie die Erkennung ihrer positiven oder negativen Beschaffenheit gestattet, nicht überflüssig erscheinen.

Dasjenige Instrument, welches sich bisher durch die grösste Empfindlichkeit auszeichnete, war das sogenannte *Bohnenberger*'sche Elektrometer oder richtiger Elektroskop; aber ungeachtet seiner grossen Empfindlichkeit vermochte es doch nicht, die schwache elektrische Spannung, welche durch zwei in Berührung befindliche Stücke verschiedener Metalle (z. B. Kupfer und Zink) hervorgerufen wird, ohne weitere Hülfsvorrichtungen unmittelbar nachzuweisen; oder es gelang eine solche Nachweisung nur unter den allergünstigsten Verhältnissen. Wollte man unter weniger günstigen Verhältnissen diese durch Berührung erzeugte Elektricität mittelst dieses Instrumentes wahrnehmen, so bedurfte es stets der Verstärkung derselben durch Ansammlung in einem Condensator. An eine genaue Messung der mit diesem Instrumente wahrgenommenen Elektricität war gar nicht zu denken, und am allerwenigsten in solchen Fällen, wo erst noch die Hülfsleistung des Condensators erfordert wurde.

Der Grund, warum das *Bohnenberger*'sche Instrument keine genaue Messung gestattet und nur jene oben bezeichnete Grenze der Empfindlichkeit zulässt, liegt in der bei seiner Ausführung bisher angewandten Construction. Das Goldblättchen, welches zwischen zwei mit den Polen einer Zamboni'schen Säule verbundenen Messingscheiben hängt, hat nämlich zwischen diesen Platten keine sehr stabile Lage, und es genügt deshalb eine geringe Aenderung in der Stärke des einen Poles, um das Goldblättchen mehr oder weniger aus seiner Lage zu verrücken. Eine solche Aenderung in der Stärke des einen Poles, oder überhaupt eine ungleichmässige Aenderung in der Stärke beider Pole ist aber bei den Zamboni'schen Säulen wegen ihrer geringen Leitung im Innern gar nicht zu vermeiden. *Riess* hat zweckmässig einen metallischen Cylinder in der Nähe beider Pole der Zamboni'schen

Digitized by Google

Säule angebracht und sucht durch Verbindung und gleichzeitige Ableitung ihre Gleichheit zu erhalten. Es lässt sich nicht leugnen, dass diese Anordnung bei nur elektroskopischen Untersuchungen ihre guten Dienste leistet; sie vermag aber nicht das Instrument noch empfindlicher oder zu eigentlichen Messungen brauchbar zu machen. Und doch ist es wünschenswerth, selbst so schwache Electricitäten, wie sie bisher nur durch einen Condensator wahrnehmbar gemacht werden konnten, auch ohne diesen der Messung zu unterwerfen.

So lange eine Ungleichheit und ein Schwanken in den Einwirkungen beider Pole auf das zwischen ihnen hängende Goldblättchen nicht ausgeschlossen wird, so lange ist eine Erhöhung der Empfindlichkeit dieses Instrumentes ganz unmöglich, weil bei der geringen Stabilität die Polplatten dem Goldblättchen nicht zu nahe gebracht werden dürfen, damit nicht eine geringe relative Veränderung in der elektrischen Einwirkung beider Pole das Goldblättchen zu merklich aus seiner Lage verrücke, oder gar zum Anschlagen an die eine Polplatte zwinge.

Das Mittel zur Abstellung dieses Uebelstandes lag indess nicht fern; es genügte dazu einfach die bisher angewandte trockne Säule durch einen gewöhnlichen Trogapparat im kleinsten Maassstabe zu ersetzen. Durch die Erfahrung habe ich mich überzeugt, dass wirklich durch Anwendung eines solchen Trogapparates, dessen beide Pole ich mit zwei Messingplatten, zwischen welchen das Goldblättchen hängt, verband, alle frühern Hindernisse verschwunden sind, dass also das Goldblättchen in seiner Lage ruhig verbleibt, weil die Spannung an beiden Polen gleich gross ist, und dass ich daher die mit den Polen des Trogapparates verbundenen Messingplatten dem Goldblättchen bis auf weniger als eine halbe Linie gleichzeitig nähern kann, ohne dass das Goldblättchen an die eine oder andere Platte von selbst (ohne die Einwirkung einer von aussen dem Goldblättchen mitgetheilten Elektricität) anschlägt. Vielleicht möchte Jemand glauben, dass die Einführung der nassen Säule anstatt der trocknen etwas Unbequemes und Zeitraubendes sei. Für die gewöhnlichen elektroskopischen Versuche, welche in dieser Beziehung nur allein in Betracht kommen können, da sie allein bei der bisherigen Einrichtung möglich waren, ist dem aber durchaus nicht so. Ich bediene mich eines Trogapparates, welcher aus einer Reihe von kleinen ungefähr ein Zoll hohen Gläsern besteht, welche Wasser enthalten, und in welche aus Kupfer und Zink zusammengelöthete

Digitized by Google

Bogen gestellt werden. Meistens gebrauche ich nur wenige Elemente; selbst ein einziges genügt. Das erste Zink und das letzte Kupfer sind mit den beiden Messingplatten, zwischen denen das Goldblättchen hängt, durch Drähte verbunden. Die Arbeit, fünf bis sechs oder auch selbst zwanzig solcher Bogen in die Gläser einzustellen, hält nicht auf, und ebenso wenig das Herausheben und Abtrocknen derselben nach Beendigung der Versuche; es kostet sicher weniger Zeit als bei der bisherigen Einrichtung die Einstellung der Polplatten, um ihre Einwirkungen auf das Goldblättchen gehörig auszugleichen.

Bei der Gleichheit und Beständigkeit der in den beiden Polplatten vorhandenen elektrischen Spannungen lässt sich aber die von mir construirte Vorrichtung auch gleichzeitig zu genauen Messungen verwenden. Ich benutze nur geringe Ausschläge, bei denen das Goldblättchen sich wenig aus seiner Lage entfernt, beobachte aber den Ausschlag des Goldblättchens nicht mit freiem Auge, sondern mit einem zusammengesetzten Mikroskope, welches horizontal vor dem Endpunkte des Goldblättchens liegt und in seinem Oculare ein Glasmikrometer trägt. Die Theilstriche des Ocularmikrometers, welche ungefähr um Fünftel Millimeter von einander entfernt sind, habe ich absichtlich etwas tief ziehen lassen, damit sie leichter auch bei ungünstiger Beleuchtung sichtbar bleiben. Die Messung geschieht durch Ablesung der Stellung irgend eines auffallenden und daher leicht wieder erkennbaren Punktes an dem untern Ende des Goldblättchens; denn auch bei dem möglichst scharfen Durchschneiden erscheinen die Ränder des Goldblättchens bei der angewandten Vergrösserung noch zerrissen. In dem Gesichtsfelde befinden sich vierzig Theilstriche des Glasmikrometers; da je zwei benachbarte Striche in einem Abstande von mehr als einer Linie erscheinen, so kann ein Zehntel der Theilung mit aller Sicherheit abgeschätzt werden.

Um die Empfindlichkeit des Instrumentes beliebig erhöhen und erniedrigen zu können, ist jede der beiden Polplatten mittelst einer Schellackstange an einem Schlitten befestigt, welcher sich vermittelst einer Mikrometerschraube auf einem dreikantigen Prisma um zwanzig Millimeter dem Goldblättchen nähern und von ihm entfernen lässt.

Den Fuss des Instrumentes, welches ich durch den hiesigen Mechanicus *Leyser* habe ausführen lassen, bildet, um sein Gewicht und damit die Sicherheit seiner Stellung zu vermehren, eine auf ihrer Oberfläche sehr stark gefirnisste Serpentinplatte,

Digitized by Google

205^{mm} lang (in der Richtung von vorn nach hinten), 175^{mm} breit (von rechts nach links) und 32^{mm} dick, welche durch drei messingene Stellschrauben horizontal gestellt werden kann. Auf dieser Serpentinplatte als Bodenplatte sind vier 6,5^{mm} dicke Glasplatten zu einem parallelopipedischen Kasten zusammengestellt; die beiden Glasplatten, welche die Seitenwände bilden, sind 160^{mm} lang und hoch, die beiden übrigen, die vordere und hintere Platte, sind eben so hoch, aber nur 128^{mm} lang (oder breit). In der Mitte der vordern Glaswand ist eine Oeffnung von 38^{mm} Durchmesser eingeschliffen. Eine in diese Oeffnung eingekittete Messingfassung enthält einen in der Richtung von rechts nach links mittelst einer Mikrometerschraube verschiebbaren Theil, welcher eine 30^{mm} lange, horizontal von vorn nach hinten liegende Röhre zur Aufnahme des Körpers des Mikroskops trägt. Durch Vor- und Rückwärtsschieben des Mikroskops in dieser Röhre lässt sich ein bestimmter Punct des Goldblättchens so einstellen, dass er, wenn die Stellung des Glasmikrometers im Ocular berichtigt ist, auf der Theilung dieses Mikrometers vollkommen deutlich erscheint. Durch die vorstehend erwähnte, in horizontaler Richtung von rechts nach links und umgekehrt mittelst der Mikrometerschraube ausführbare Verschiebung des Mikroskops kann das Goldblättchen oder der an ihm als Merkzeichen angenommene Punkt auf jeden beliebigen Theilstrich eingestellt werden.

Der unten durch die Serpentinplatte und an den Seiten durch die vier Glasplatten gebildete Kasten, dessen obere Ränder durch Abschleifen genau in einer Ebene liegen, wird von oben durch eine Glasplatte, welche 169^{mm} lang, 134^{mm} breit und 6,5^{mm} dick ist, geschlossen. In den vier Ecken des Kastens befinden sich vier messingene Säulen, welche unten mit ihren Zapfen durch die Serpentinplatte hindurchgehen und auf der unteren Seite derselben mittelst Schrauben befestigt sind; an den obern Enden dieser Säulen befinden sich ebenfalls Zapfen, welche in Schrauben endigen. Diese Zapfen gehen durch vier in den Ecken der als Deckel dienenden eben erwähnten Glasplatte entsprechend angebrachte Oeffnungen, und durch auf der obern Seite aufgesetzte Schrauben (mit untergelegten Elfenbeinscheibchen) lässt sich die Deckelplatte auf dem Kasten vollständig feststellen.

Ausser diesen vier nahe an den Eckpunkten befindlichen Durchbohrungen ist der Deckel noch an sieben andern Stellen durchbohrt. Die Mittelpunkte von fünf dieser Durchbohrungen

Digitized by Google

liegen in einer Linie, welche parallel mit der kurzen Dimension (von rechts nach links) des Deckels geht und 48^{mm} von der hintern Kante desselben absteht. Die mittlere dieser Durchbohrungen ist die grösste, ihr Durchmesser beträgt 10^{mm}; sie enthält in einer Fassung eine kleine der Länge nach aufgeschlitzte und mit einem umgelegten zum Zusammenpressen eingerichteten Ringe versehene messingene Röhre. Diese Röhre dient zur Aufnahme eines 8,7^{mm} dicken Schellackcylinders, der in seiner Axe einen Messingdraht enthält, welcher letztere an seinem untern Ende das Goldblättchen und an dem obern ein Schraubengewinde zur Aufnahme einer Kugel, Scheibe oder Schraubenklemme trägt. Durch Auf- und Abschiebung und durch Drehung dieses Cylinders lässt sich das Ende des Goldblättchens gehörig zwischen die Platten und in die richtige Höhe für das Mikroskop einstellen; der vorhin erwähnte Messingring dient zur Befestigung des Schellackcylinders in der gewünschten Stellung.

Die auf jeder Seite dieser grössern Durchbohrung befindlichen zwei kleineren Durchbohrungen dienen zur Aufnahme von Schrauben, welche die Befestigung zweier Messingstücke an der untern Fläche des Deckels bewirken. Zwischen den beiden Messingstücken jederseits liegt ein dreiseitiges stählernes Prisma, auf welchem sich ein messingener Schlitten mittelst Mikrometerschrauben, welche durch den obern Theil des Schlittens hindurchgehen und ihre beiden festen Lager in den erwähnten Messingstücken haben, in der Richtung von rechts nach links und umgekehrt verschieben lässt. Die beiden Mikrometerschrauben verlängern sich nach aussen und treten durch einen genau passenden Einschnitt in den beiden verticalen Seitenwänden des Kastens heraus; sie tragen an diesem äussern Ende einen Kopf zum Drehen und einen auf seinem Rande eingetheilten Kreis, der wie gewöhnlich stellbar ist. Die Marke zum Ablesen befindet sich auf einem bis an diese Theilung hinreichenden Messingstreifen, welcher jederseits auf der obern Seite des Glasdeckels liegt und zugleich den beiden Schrauben, welche das Prisma sammt Schlitten und Schraube tragen, als Unterlage dient. An den Messingstücken, welche das Prisma tragen, ist noch auf der Vorderseite ein Messingstreifen mit einer Theilung angebracht, welche durch die Stellung eines auf dem Schlitten gezogenen Striches die Anzahl der ganzen Umgänge der Mikrometerschrauben anzeigt.

An jedem Schlitten befindet sich ein 8^{mm} dicker Schellackcylinder, welcher mit Hinzunahme seiner untern Messingfassung

Digitized by Google

bis in die Mitte der Höhe des Kastens hinabreicht. An jeder untern Messingfassung befindet sich ein 12^{mm} langer horizontaler, nach dem Goldblättchen zu gerichteter Messingarm, welcher an seinem Ende eine durch ein Charniergelenk, welches die Bewegung auf- und abwärts gestattet, verbundene Messingplatte von ungefähr elliptischer Form (verticaler Durchmesser der Platte 24^{mm}, horizontaler von vorn nach hinten 16^{mm}) trägt. Die Beweglichkeit beider Platten gestattet sie einander parallel und senkrecht auf die Richtung der Prismen zu stellen; es lässt sich dies um so leichter ausführen, da die Platten bis zur Berührung einander genähert werden können.

In einer Linie, welche mit der vordern Kante des Deckels parallel geht, aber 48^{mm} von ihr absteht, befinden sich in einem Abstande von 60^{mm} die beiden noch übrigen der erwähnten Durchbohrungen, welche Metallfassungen mit Drahtklemmen ober- und unterhalb enthalten. Von jeder der untern Messingfassung der beiden Schellackcylinder geht ein zu einer schlaffen Spirale gewundener sehr dünner Draht zu der auf seiner Seite befindlichen Drahtklemme an der unteren Seite des Deckels. Die oberen Drahtklemmen dienen zur Aufnahme der Poldrähte des Trogapparates. Durch diese Klemmen und die spiralförmig gewundenen Drähte stehen also die unteren Metallfassungen und die mit ihnen zusammenhängenden elliptischen Messingplatten, zwischen welche das Goldblättchen zu stehen kommt, mit den Polen der Säule in Verbindung.

Es sind absichtlich alle Theile des Apparates mit Ausnahme des Mikroskops an der einen Glasplatte des Deckels befestigt. Man kann nämlich bei der getroffenen Einrichtung vor Einführung des Goldblättchens und Anbringung der Poldrähte in die oberen Klemmen den Deckel abnehmen, mit seiner obern Fläche nach unten wenden und in dieser Stellung alle seine Theile mit voller Bequemlichkeit in die gewünschte Lage bringen. Ist dies geschehen, so ist nach dem Aufschrauben des Deckels auf den Glaskasten der Apparat bis auf das einzuführende Goldblättchen und die Verbindung mit der Säule zum Gebrauche fertig.

Ich hätte gern anstatt des Glaskastens einen Kasten aus Metallplatten angewendet, zog aber der Durchsichtigkeit wegen doch das Glas vor. Die Elektricitäten sind übrigens auch nie so stark und kommen dem Glase nie so nahe, dass sich Störungen besorgen liessen. Der einzige Uebelstand, der eintreten kann und auch Anfangs eintrat, war der, dass von den Klemmschrauben, welche

Digitized by Google

die Poldrähte aufnehmen, etwas Elektricität sich über die Glasfläche bis zu der Messingfassung, welche den Schellackcylinder mit dem Goldblättchen aufnimmt, verbreitet. Diesen Uebelstand habe ich aber sehr leicht dadurch beseitigen können, dass ich mitten zwischen der hintern und vordern Löcherreihe des Deckels einen Streifen Staniol rings um den Deckel, sowohl an seiner obern als auch untern Fläche und den beiden seitlichen Kanten herumgeklebt und mit dem Erdboden in leitende Verbindung gesetzt habe, wodurch natürlich die von den Klemmschrauben aus auf der Glasfläche sich verbreitende Elektricität nicht bis zu jener Messingfassung gelangen kann. Eine solche leitende Verbindung stelle ich auch zwischen allen übrigen Metalltheilen des Apparates, so weit sie nicht zur Aufnahme von Elektricität dienen sollen, her. Auf diese Weise ist jede störende Anhäufung von Elektricität vermieden und doch der Vortheil einer durchsichtigen Hülle erhalten. Bei Anwendung eines Metallkastens hätte es übrigens doch auch mehrerer Glaseinsätze zu den nöthigen Ablesungen des Mikroskops und der beiden die ganzen Umgänge angebenden Scalen bedurft. Die grössere Billigkeit spricht ausserdem für Beibehaltung des Glases, und das Einschleifen von 11 Löchern in eine 6,5^{mm} dicke Glasplatte ist bei einiger Vorsicht ohne alle Gefahr durchzuführen.

Die Ausschläge des Goldblättchens erfolgen sehr schnell und lassen sich auch sofort messen, weil das Goldblättchen gleich still steht. Man kann dieselben noch zweckmässig vergrössern, wenn man die Pole der Volta'schen Säule oder des Trogapparates erst zu einem Commutator leitet, dessen zur Herstellung der Verbindungen nothwendige metallische Theile durch Schellackstangen gehörig isolirt sind. Durch die Umlegung des Commutators wird die in der Polplatte angehäufte Elektricität in die entgegengesetzte, und damit auch der Ausschlag des Goldblättchens in den gerade entgegengesetzten verwandelt. Der Ausschlag erscheint also verdoppelt.

Eine weitere Mittheilung über mit diesem Instrumente ausgeführte Messungen behalte ich mir für eine der nächsten Sitzungen vor.

Digitized by Google

Derselbe, ***Messungen über die Grösse der Kraft, welche zwischen einer elektrischen Spirale und einem in ihrer Axe befindlichen Eisenkerne in der Richtung dieser Axe wirkt.***

Es ist bekannt, dass, wenn eine Spirale aus mit Seide übersponnenem Kupferdrahte auf das Ende eines Eisenkernes gesetzt wird, aus der Einwirkung des in dieser Spirale circulirenden elektrischen Stromes auf das durch ihn magnetisch gemachte Eisen ein Bestreben, die Spirale und den Eisenkern in der Richtung ihrer gemeinschaftlichen Axe zu bewegen, entsteht. Bis jetzt sind aber, wenigstens so viel ich weiss, keine Versuche, um die bezeichnete Kraft einer Messung zu unterwerfen, angestellt worden. Ich habe daher mehrere Reihen von messenden Versuchen unter den verschiedensten Anordnungen angestellt. Ich wandte zu diesen Versuchen cylindrische Eisenkerne in sehr verschiedener Länge und Dicke, in gerader und hufeisenförmig gebogener Form an, wie ich dieselbe weiterhin bei den einzelnen Versuchen genauer angeben werde. Zum Magnetisiren dienten dagegen allein zwei auf hohle Holzcylinder mit hervorragenden Rändern gewundene Spiralen aus mehreren hundert Windungen Kupferdraht, der mit Seide sorgfältig übersponnen war. Auf jeder Rolle befanden sich zwei Drähte, welche gleichlaufend mit einander aufgewickelt waren. Der innere Durchmesser dieser Holzcylinder, deren Wände äusserst schwach gedreht waren, betrug 55,8^{mm}; die Länge jedes Cylinders 102^{mm}. Die Dicke des an jedem Ende aufgesetzten Holzrandes betrug 6,4^{mm}, so dass für den Raum zur Aufnahme des übersponnenen Kupferdrahts eine Länge von 91,2^{mm} übrig blieb. Der Durchmesser der äussersten Drahtumwindung betrug gegen 90^{mm}. Eine oder auch beide Spiralen wurden über verschiedene Punkte des Eisenkerns, welcher in verticale Stellung gebracht war, gestellt, so dass der letztere sich in ihrer Axe befand, und die Kraft, welche beide Theile, die Spiralen und den Eisenkern in der Richtung ihrer gemeinschaftlichen Axe zu verschieben suchte, dann dadurch bestimmt, dass entweder eine oder auch beide Spiralen oder auch der Eisenkern an dem einen Arme einer Wage aufgehangen und das Gewicht gesucht wurde, welches nöthig war, um dieser nach der Axe des Eisenkerns gerichteten Kraft das Gleichgewicht zu halten. Die

Digitized by Google

Wage, welche angewandt wurde, vertrug eine Belastung von mehr als 5 Kilogramm und gab bei solchen Belastungen noch bestimmte Ausschläge für 1 Centigramm. Sie besass eine Arretirung des Balkens und eine Arretirung der Schalen, was für diese Versuche äusserst bequem war. Der Kasten, in welchem die Wage stand, war im Boden zum Hindurchlassen eines von dem einen Aufhängepunkte der Schalen herabgehenden starken Kupferdrahtes durchbohrt. An diesem Kupferdraht wurde entweder die Spirale oder der Eisenkern in gewünschter Höhe aufgehangen, während der Eisenkern, auch wohl eine Spirale, oder im andern Falle beide Spiralen in entsprechenden Lagen festgestellt waren.

Wenn eine oder beide Spiralen mit einander verbunden an der Wage hingen, so tauchten ihre Enden in Gefässe mit reinem Quecksilber, um durch diese den Strom ein- und austreten zu lassen. Wenn die Drähte etwas tief untertauchten und zugleich von dem Boden des Gefässes entfernt waren, so hörten die Spiralen auch bei den Schwingungen des Wagebalkens nicht auf, einen elektrischen Strom zu führen, ohne die Schwingungen der Wage sehr zu stören. Vor jedem Versuche wurde die Wage auf der andern Seite mit so viel Gewicht beschwert, dass die Spiralen oder der Eisenstab genau im Gleichgewicht waren, und die dann nach dem Eintritte des elektrischen Stromes zur Wiederherstellung des Gleichgewichts aufgelegten Gewichte maassen die Kraft, welche die aufgehangenen Theile in der Richtung von oben nach unten oder von unten nach oben zu verrücken strebte.

Zur Erzeugung des elektrischen Stromes dienten *Grove*'sche Platinzinkelemente, und die Messung desselben geschah mittelst einer Sinusboussole, deren Nonius zwei Minuten angab. Der Multiplicator bestand aus einer einzigen Windung, um die angewandten Ströme ungetheilt messen zu können. Es wurden absichtlich nicht stärkere Ströme angewendet, weil durch die starke Magnetisirung der Eisenstäbe die Nadel der Sinusboussole, obwohl sie ziemlich weit entfernt war, doch eine kleine Abweichung erlitt. Diese Ablenkung wurde entweder unmittelbar bestimmt, indem der magnetisirende Strom nicht durch die Windung des Multiplicators geleitet wurde, oder es wurden, was bei der Beständigkeit des Stromes sehr gut ausführbar war, drei Beobachtungen mit derselben Stromstärke gemacht, in der Weise, dass z. B. erst das oben stehende Ende des vertical gestellten Stabes einen Südpol, das untere dagegen einen Nordpol, sodann umgekehrt das

Digitized by Google

obere einen Nord–, das untere einen Südpol erhielt und darauf drittens wieder die erste Vertheilung zurückgeführt wurde. Der letzte Versuch diente übrigens nur zur Controle, ob sich auch wirklich die Intensität des Stromes während der Versuche nicht geändert hatte. Wenn sich zwischen dem ersten und dritten Versuche kleine Differenzen zeigten, so wurde das arithmetische Mittel aus beiden mit dem Resultate des zweiten Versuchs verglichen. Bei Anwendung frischer Salpetersäure, gut amalgamirter Zinkplatten und eines nicht unbeträchtlichen Widerstandes hält es nicht schwer, längere Zeit den elektrischen Strom hinlänglich constant zu halten. Da die Nadel nur wenige Grade aus ihrer Ruhelage abwich, so gab das arithmetische Mittel aus dem Werthe des zweiten und den zu einem vereinigten des ersten und dritten Versuches den Ausschlag der Magnetnadel des Messinstrumentes hinreichend frei von der magnetischen Ablenkung des entfernt stehenden Eisenstabes.

Diese letzte Methode, um die Einwirkung des magnetisirten Eisenstabes auf die Sinusboussole auszuscheiden, führte insofern am schnellsten zum Ziele, als auch ohne Rücksicht auf diese Correction zwei Beobachtungen mit verwechselten Polen des vertical stehenden Magnetstabes nöthig wurden. Die Nothwendigkeit einer Wiederholung des Versuchs mit verwechselten Polen wurde durch den Einfluss des Erdmagnetismus hervorgerufen. Wurde nämlich der Eisenstab so magnetisirt, dass sein unteres Ende einen Nord– und das obere einen Südpol trug, so verstärkte sich die magnetische Kraft des Stabes durch den gleichförmig wirkenden Einfluss des Erdmagnetismus, und damit auch das aus der Einwirkung der elektrischen Spirale auf den Magnetismus des Stabes hervorgehende Bestreben zur Bewegung nach unten oder oben. Wurde dagegen in dem unteren Ende des Eisenstabes durch den elektrischen Strom ein Süd–, in dem oberen dagegen ein Nordpol hervorgerufen, so erlitt der Magnetismus des Stabes und damit die zwischen der Spirale und dem Magnetismus in verticaler Richtung wirkende Kraft eine entsprechende Verminderung. Das arithmetische Mittel aus beiden Versuchen gab die Wirkung, welche zwischen der Spirale und dem durch ihren Einfluss allein hervorgerufenen Magnetismus stattgefunden haben würde.

Die Gewichte, welche zur Wiederherstellung des durch den Eintritt des elektrischen Stromes gestörten Gleichgewichts der Wage nöthig waren, gaben ein Maass für die in jedem einzelnen

Digitized by Google

Versuche wirkende Kraft, welche aber durch die jedesmalige Intensität des Stromes bedingt war. Die gemessenen Kräfte konnten daher nur unter sich vergleichbar sein, wenn sie alle bei einer und derselben Intensität des elektrischen Stromes gemessen worden. Nun ist es allerdings ausführbar, durch Einschaltung eines grösseren oder geringeren Widerstandes einem Strome eine gerade gewünschte Intensität zu geben. Es war indess im vorliegenden Falle offenbar bequemer, bei beliebigen, aber genau gemessenen Stromintensitäten die auf- oder abwärts wirkenden Kräfte zwischen der Spirale und dem Eisenkerne zu bestimmen und aus diesen Bestimmungen dann die Grösse derselben Kraft für eine willkührlich als Einheit gewählte Stromstärke zu berechnen. Diese Reduction auf eine beliebige Stromstärke machte keine Schwierigkeiten. Es liess sich nämlich von vornherein erkennen, dass die zu messenden Kräfte mit dem Quadrat des Stromes proportional wachsen würden, weil mit der Verstärkung des Stromes in der Spirale auch zu gleicher Zeit der Magnetismus sich im gleichen Verhältnisse steigerte; die gegenseitige Wirkung beider auf einander musste also mit dem Quadrate der Stromstärke zunehmen. Die Versuche bestätigten auch diese Annahme, indem die zur Wiederherstellung des Gleichgewichts nöthigen Gewichte bei einer und derselben Stellung der Spirale den Quadraten der Stromstärke proportional waren.

Anders musste es sich dagegen verhalten mit den Kräften, welche aus der Wirkung der Spirale auf den im Eisen durch den Erdmagnetismus hervorgerufenen Magnetismus hervorgingen. Mit dem Wachsen der Stromstärke wuchs dieser Magnetismus nicht zugleich; die aus dieser Einwirkung hervorgehende Kraft musste also von der ersten Potenz der Stromstärke abhängig sein. Die nachstehenden Versuche bestätigten dies auch, so weit die Messung dieser nur nebenbei als Störungen auftretenden Wirkungen auf Genauigkeit Anspruch machen konnten. Eine genauere besondere Untersuchung war nicht nöthig, da das eben ausgesprochene Gesetz sich auch aus den Versuchen von *Lenz* und *Jacobi* mit der etwas abgeänderten *Berquerel*'schen Wage ergiebt. Während bei dem Gebrauche dieser Wage, wo die elektrische Spirale auf einen Stahlmagnet wirkt, die aus der Einwirkung der Spirale auf den festen Magnetismus des Stabes den grössten Theil, und die Einwirkung derselben Spirale auf den durch sie selbst im Stahle noch erregten Magnetismus den geringsten Theil der Zugkraft an der Wage erzeugte, war es bei meinen Ver-

Digitized by Google

suchen gerade umgekehrt; die Hauptwirkung erfolgte durch den Einfluss der Spirale auf den durch sie selbst hervorgerufenen Magnetismus des Stabes, und nur kleine Modificationen wurden durch den Einfluss der Spirale auf den durch die Lage des Eisenstabes inducirten Magnetismus hervorgerufen.

Versuche mit einem cylindrischen geraden Eisenstabe.

Die ausgedehnteste Versuchsreihe, welche ich durchgeführt habe, bezieht sich auf die Kräfte, welche durch den Einfluss der elektrischen Spirale auf einen cylindrischen frisch ausgeglühten Eisenstab von 815^{mm} Länge und $29{,}7^{mm}$ Durchmesser erzeugt wurden.

Versuche über das Verhältniss zwischen der Stärke der elektrischen Ströme und der dadurch erzeugten Kräfte.

Mit diesem Stabe wurden zunächst die Versuche über das Verhältniss der zur Wiederherstellung des Gleichgewichts nöthigen Gewichte und der Stärke des elektrischen Stromes angestellt, deren Mittheilung, da die Kenntniss dieses Verhältnisses bei der Berechnung der spätern Versuche erfordert wird, hier zuerst erfolgen muss.

Der eben bezeichnete Eisenstab wurde vertical gestellt und die eine der Spiralen so an dem Wagebalken befestigt, dass die äussere Fläche ihres oberen Holzrandes nach Möglichkeit genau mit der Endfläche des Stabes in gleicher Höhe lag. Die Zuleitung des elektrischen Stromes geschah durch zwei Quecksilbergefässe, in welche die Enden der Spirale tauchten. Es waren die beiden Drähte der angewandten Spirale zu einem Drahte von der doppelten Länge eines einzigen verbunden, und auf diese Weise sind die Spiralen auch späterhin stets gebraucht worden. Die gemessenen Stromstärken sind bei der Sinusboussole dem Sinus des Drehungswinkels proportional. In dem Folgenden finden sich aber nie diese Sinus, sondern deren Logarithmen aufgezeichnet; es finden sich auch nicht die Werthe der Ausschläge für jeden einzelnen der drei auf die früher bezeichnete Weise angestellten Versuche, sondern es ist gleich der mittlere Werth angegeben. Die Angaben der an der Wage bei den drei auf einander folgenden Versuchen zur Herstellung des Gleichgewichts nöthig gewordenen Gewichte theile ich gleich so mit, dass ich das Mittel aus

Digitized by Google

dem ersten und dritten (also bei gleichgerichteter Polarität des Stabes angestellten) Versuch und den gemessenen Werth des zweiten Versuchs unmittelbar zusammenstelle; es bedarf dabei keiner weitern Erwähnung über die Lage der Pole des Eisenstabes, da dieselbe unmittelbar aus dem Gewichte sich ergiebt. Die grössere Zahl gehört der Vertheilung des Magnetismus an, welche in dem unteren Ende einen Nordpol hervorief.

Logarithmen der Stromstärken.	Belastungen der Wage in Grammen.	Halbe Summe.	Halbe Differenz.
0,6127—1	97,05 91,75	94,40	2,65
0,3471—1	29,21 25,91	27,56	1,65
0,5535—2	0,85 0,40	0,62	0,22.

Die unter der Rubrik halbe Summe verzeichneten Gewichte entsprechen also der Einwirkung der Spirale auf den durch sie selbst hervorgerufenen Magnetismus des Eisenkerns. Setzt man die Stromstärke und die Belastung des ersten stärksten Stromes = 1, so werden die Verhältnisse

der Stromstärken	1,00	0,540	0,081
der Quadratwurzeln jener halben Summen	1,00	0,542	0,087.

Die unter der Rubrik halbe Differenz verzeichneten Gewichte entsprechen der Einwirkung der Spirale auf den durch den Erdmagnetismus hervorgerufenen Magnetismus des Eisenstabes. Setzt man wieder die Stromstärke und die Belastung bei dem ersten Versuche = 1, so werden die Verhältnisse

der Stromstärken	1,00	0,540	0,081
der halben Differenzen selbst	1,00	0,621	0,083.

Eine genauere Uebereinstimmung als z. B. 0,54 und 0,62 ist hier wohl nicht zu erwarten, da die Beobachtungsfehler sich hier äusserst auffallend machen müssen. Da diese Wirkungen zwischen den Spiralen und dem durch die Erde inducirten Magnetismus für die vorliegende Aufgabe keine weitere Bedeutung haben, so werde ich sie in dem Folgenden nicht weiter beachten.

Während die oben gebrauchte Spirale ruhig an der Wage in der angegebenen Stellung verblieb, wurde der Strom auch gleichzeitig durch die zweite Spirale, welche auf dem Fussboden stand, also mit ihrer unteren Fläche in gleicher Höhe mit dem

Digitized by Google

unteren Ende des Eisenstabes lag, hindurchgeleitet, und zwar durchlief der Strom die beiden Spiralen nach einander. Die Mitte der unteren Rolle stand also 764^{mm} von dem oberen Endpunkte des Stabes ab. Es waren bei den verschiedenen Stromstärken folgende Gewichte zur Wiederherstellung des Gleichgewichts nöthig.*)

0,4264—1	49,85 46,15	48,00
0,1830—1	16,21 14,10	15,15
0,8930—2	4,45 3,25	3,85.

Hieraus folgt das Verhältniss

der Stromstärken	1	: 0,571	: 0,293
der Quadratwurzeln aus den Gewichten (der dritten Reihe)	1	: 0,562	: 0,283.

Die untere Drahtrolle wurde sodann in die Höhe gehoben, so dass ihr oberer Rand 500^{mm}, also ihre Mitte 551^{mm} von dem oberen Ende des Eisenstabes entfernt war. Die Versuche ergaben:

0,4395—1	73,85 70,28	72,06
0,1855—1	23,28 20,64	21,96
0,9983—2	9,74 8,22	8,98.

Hieraus folgt das Verhältniss

der Stromstärken:	1,00	: 0,557	: 0,362
der Quadratwurzeln aus den Gewichten	1,00	: 0,552	: 0,353.

Die untere Rolle wurde jetzt noch höher gehoben, so dass ihr oberer Rand nur noch 250^{mm}, ihre Mitte also noch 301^{mm} von dem oberen Ende des Stabes entfernt war. Die Versuche ergaben:

*) Der Kürze wegen werde ich die Ueberschriften der Columnen fortlassen; die erste enthält die Logarithmen der Stromstärken, die zweite die zur Wiederherstellung des Gleichgewichts nöthigen Gewichte in Grammen bei der verschiedenen Vertheilung des Magnetismus im Stabe und die dritte die halbe Summe beider, wie sie also bei nicht vorhandener Magnetisirung durch die Erde erfordert würden.

Digitized by Google

0,4359—1	{ 100,32 / 97,45 }	98,88
0,1830—1	{ 31,80 / 29,25 }	30,52
0,8914—2	{ 8,12 / 7,14 }	7,63.

Hieraus folgt das Verhältniss

der Stromstärken	1,00 :	0,559 :	0,285
der Quadratwurzeln aus den Gewichten	1,00 :	0,555 :	0,278.

Aus den mitgetheilten Versuchen ergiebt sich das Gesetz, dass, auf welchem Punkte des Stabes auch die magnetisirenden Rollen sich befinden, doch stets die zur Wiederherstellung des Gleichgewichts nöthigen Gewichte sich verhalten, wie die Quadrate der Stromstärken, so dass also nach diesem Gesetze sich die bei verschiedenen Strömen gemachten Versuche auf eine und dieselbe Stromstärke zurückführen lassen.

In dem Folgenden sind alle Ströme auf eine solche Stärke reducirt, wie sie ein Strom besitzen würde, welcher an der angewandten Sinusboussole gerade 1° Ausschlag gegeben hätte. Es wird daher zu den vorherigen drei Columnen jetzt noch eine vierte hinzugefügt werden, welche die Gewichte enthält, die nöthig gewesen wären, um bei Anwendung eines Stromes, welcher die Nadel der Sinusboussole um 1° ablenkt, die Spirale im Gleichgewicht zu erhalten.

Versuche über die Kräfte bei Anwendung einer Rolle.

Der elektrische Strom wurde jetzt wieder durch eine Rolle allein geleitet, welche an der Wage hing. Die erste Reihe der nachstehenden Tafel enthält die Anzahl der Millimeter, um welche die Mitte der Rolle vom oberen Ende des Eisenstabes abstand. Stand die Mitte der Rolle höher als das obere Ende des Eisenstabes, so ist vor die Anzahl der Millimeter, um welche sie höher stand, das Zeichen — gesetzt; das Zeichen + bedeutet also, dass die Mitte der Rolle um die dahinter befindliche Anzahl Millimeter tiefer stand als das obere Ende des Stabes. Um die Stellungen der Rolle leicht bestimmen zu können, war vorher auf dem Eisenstabe eine Theilung angebracht. Die zweite, dritte und vierte Columne enthalten die schon früher bezeichneten Grössen,

Digitized by Google

die letzte dagegen enthält die auf die Stromstärke von 1° an der Sinusboussole reducirten Belastungen.

— 31	0,1612—1	2,99 1,55	2,27	0,033
— 0	0,1654—1	8,32 5,97	7,14	0,101
+ 28	0,2273—1	16,7 14,3	15,50	0,166
+ 51	0,6127—1	97,05 91,75	94,40	0,171
+ 73	0,1919—1	13,15 10,82	11,98	0,151
+ 91	0,1927—1	11,3 9,3	10,3	0,129
+131	0,1951—1	8,8 7,2	8,0	0,099
+211	0,1951—1	5,4 4,5	4,95	0,061
+251	0,2389—1	5,3 3,6	4,45	0,045
+291	0,1959—1	3,1 2,5	2,80	0,035
+371	0,1967—1	1,02 0,90	0,96	0,012.

Bei den ersten drei Versuchen befand sich die Rolle in einem labilen Gleichgewichte*); sobald die Rolle durch die Schwankung der Wage nach oben stieg, sich also von dem Ende des Magnetstabes entfernte, nahm die Magnetisirung und damit der Zug nach unten sehr stark ab; die Wage schlug also um. Sobald dagegen die Rolle sich durch die Schwankung der Wage nach unten bewegte, so nahm die Magnetisirung und die Stärke des Zuges nach unten sehr stark zu und die Wage schlug nach dieser Seite hin um. Mittelst der Arretirung der Schalen und des Balkens liess sich nach einigem Probiren indess doch das zum Gleichgewicht in der betreffenden Lage nöthige Gewicht finden. Begünstigt wurde dieses noch durch die in das Quecksilber tauchenden und

*) Dasselbe findet sich bei ähnlichen Stellungen der Rolle in späteren Versuchen, wo ich es nicht besonders angeführt habe.

Digitized by Google

mit der Rolle auf und absteigenden kupfernen Drähte, durch deren weiteres Herausheben oder Eintauchen eine geringe Stabilität hervorgerufen wurde.

Der besseren Uebersicht wegen habe ich die obigen auf eine Stärke des Stromes von 1° an der Sinusboussole reducirten Werthe (der letzten Columne) graphisch auf der beigefügten Zeichnung dargestellt. Der Cylinder von 0 bis 815 bedeutet den eisernen cylindrischen Stab. Die Gewichte, welche nöthig geworden waren, um bei einem Strome von der eben angegebenen Stärke die Rolle an einer bestimmten Stelle im Gleichgewichte zu erhalten, sind auf dem Punkte des Stabes, über welchem gerade die Mitte der Rolle stand, als senkrechte Ordinaten aufgetragen, aber, um die Brüche zu vermeiden, mit 1000 multiplicirt. Die Gewichte also z. B., welche bei einer solchen Stellung der Rolle, wo ihr oberer Rand mit dem oberen Ende des Stabes in einer Ebene lag, nöthig waren, finden sich auf der Abscisse 51, über welcher gerade die Mitte der Rolle stand, als 171. Die Enden aller dieser Ordinaten sind durch Linien mit einander verbunden. Man sieht, wie die Kraft, welche die Rolle hinabzuziehen sucht, ungefähr in der Stellung derselben, wo ihr oberer Rand mit dem Ende des Stabes in einer Höhe liegt (also ihre Mitte auf 51 steht), ein Maximum ist*); in der Mitte des Stabes ist sie gleich Null. Jenseit der Mitte würde sich der Zug abwärts in einen Zug aufwärts verwandelt haben.

Versuche mit beiden zusammengebundenen Rollen.

Es wurden jetzt beide Rollen dicht an einander gebunden und gemeinschaftlich an der Wage aufgehangen; sie bildeten also eine Rolle von 206^{mm} Länge. Durch beide wurde gleichzeitig der Strom geleitet, so dass derselbe ihre Drähte nach einander durchlief. Die Anzahl der Windungen auf beiden Rollen war nicht ganz genau gleich. In der folgenden Zusammenstellung der Versuche geben die Zahlen der ersten Reihe die Stellen des Stabes an, über welchen die Mitte dieser zusammengebundenen Rollen (also die Berührungsstelle zwischen dem unteren Rande der oberen und dem oberen Rande der unteren Rolle) sich befand.

---

*) Wahrscheinlich ist die dem Maximum entsprechende Stellung der Rolle noch ein wenig höher.

Digitized by Google

— 29	0,0702—1	{ 9,85 / 7,15 }	8,50	0,187
+ 9	0,0765—1	{ 14,70 / 11,40 }	13,05	0,279
+ 72	0,1186—1	{ 31,40 / 28,15 }	29,77	0,525
+ 89	0,1205—1	{ 32,5 / 29,1 }	30,80	0,539
+103	0,1214—1	{ 31,15 / 28,00 }	29,57	0,515
+146	0,1195—1	{ 24,80 / 21,90 }	23,35	0,411
+263	0,1176—1	{ 11,35 / 10,05 }	10,70	0,190.

Die Werthe der letzten Reihe sind gleichfalls auf der beigefügten Zeichnung als Ordinaten aufgetragen und die Endpunkte der letzteren durch gerade Linien verbunden. Das Maximum der Wirkung trat hiernach ein, bevor noch der obere Rand der oberen Rolle mit dem Ende des Eisenstabes in gleicher Höhe sich befand; der Rand der Rolle lag vielmehr noch ein wenig höher als das Ende des Eisenstabes.

Die aus der Einwirkung der Rollen und des Eisenkerns entstehenden nach unten gerichteten Kräfte waren durch die Zusammenfügung der beiden Rollen zu einer mehr als verdoppelt, in den meisten Fällen nahe vervierfacht. Eine genaue Vervierfachung war nicht möglich, weil die Windungen der einen Rolle nicht auf dieselben Punkte des Stabes wirkten, als die Windungen der anderen Rolle; diese Bedingung ist aber nöthig, wenn die Vervierfachung hätte genau werden sollen. Eine solche zeigte sich, wie sich sogleich voraussehen liess, auch in der That, als ich bei Anwendung einer mit ihrem oberen Rande nahe in einer Ebene mit dem oberen Ende des Stabes gelegenen Rolle den elektrischen Strom erst durch den einen Draht allein und dann durch die beiden Drähte der Rolle hinter einander gehen liess, wodurch also die Anzahl der magnetisirenden und anziehenden Windungen gerade verdoppelt wurde.

Bei einem Drahte

	0,2769—1	{ 5,50 / 4,15 }	4,82	0,041.

Digitized by Google

Bei zwei Drähten

0,2302—1	{ 17,12 / 14,89 }	16,00	0,169.

Es ist aber $0{,}041 \times 4 = 0{,}164$, was mit 169 nahe genug übereinstimmt.

Versuche über die Anziehung einer unverändert in ihrer Lage bleibenden Rolle bei veränderter Stellung der zweiten Rolle.

Es wurden dann die Versuche in der Weise abgeändert, dass die eine Rolle an der Wage aufgehangen und mit ihrem oberen Rande in einer Ebene mit dem oberen Ende des Eisenstabes gehalten wurde; ihre Mitte stand also über 51. Die zweite Rolle wurde zuerst bis an das andere Ende entfernt, so dass ihr unterer Rand mit dem unteren Ende des Eisenstabes zusammenfiel, ihre Mitte also über 764 stand. Dann wurde sie auf verschiedene Höhen gehoben und die Gewichte bestimmt, welche die obere Rolle in ihrer Lage erhielten, wenn ein elektrischer Strom die Drähte beider Rollen nach einander durchfloss. Die Zahlen der ersten Reihe geben die Punkte an, über welchen die Mitte der unteren Rolle sich befand, während die Mitte der oberen, welche allein an der Wage hing, auf 51 stand.

764	Mittel aus den drei oben S. 84 mitgetheilten Versuchen	0,199
551	Mittel aus den drei oben S. 84 mitgetheilten Versuchen	0,284
301	Mittel aus den drei oben S. 85 mitgetheilten Versuchen	0,396

162	0,1444—1	{ 32,6 / 30,6 }	31,8	0,498.

Die Werthe der letzten Reihe habe ich so in der Zeichnung dargestellt, dass ich dieselben auf der im Punkte 51 errichteten Ordinate aufgetragen habe. Diejenigen Punkte, auf welchen die andere Rolle stand, habe ich dadurch bemerkbar gemacht, dass ich den Endpunkt der Ordinate, wie sie der Kraft bei einem bestimmten Versuche entspricht, mit dem Punkte, auf welchem die Mitte der anderen Rolle stand, durch eine punktirte gerade Linie verbunden habe. So zeigt die an der Zahl 498 auf der Ordinate nach der Zahl 162 auf dem Eisenstabe gezogene Linie an, dass

Digitized by Google

bei einer Stromstärke von 1° an der Sinusboussole und bei dem Stande des Randes der oberen Rolle in einerlei Höhe mit dem oberen Ende des Stabes 0,498 Grammen nöthig waren, um die nach unten gerichtete Anziehung der Rolle zu äquilibriren, wenn die zweite Rolle sich mit ihrer Mitte auf dem Punkte 162 befand, u. s. f.

Die beiden Drahtspiralen kamen bei den letzten Versuchen einander immer näher, und es wirkten deshalb auch bei grösserer Nähe die elektrischen Ströme in den beiden Spiralen unmittelbar anziehend auf einander, da in beiden Spiralen die Richtung der Ströme dieselbe war. Diese Anziehung war indess nur unbedeutend. Denn als nach gänzlicher Entfernung des Eisenkerns die beiden Rollen sehr nahe über einander (die einander zugewandten Ränder nur wenige Millimeter von einander entfernt) so angebracht waren, dass die obere an der Wage hing, die untere aber feststand, so ergab der Versuch die Anziehung der beiden Spiralen

$$0{,}0334 - 1 \quad \{\, 0{,}55 \,\} \qquad 0{,}014.$$

Ein Strom von der Stärke 1° an der Sinusboussole erzeugte also eine Anziehung von 0,014 Grammen. Bei Anwendung eines Eisenkerns ist also die grosse Kraft, mit welcher die Rolle nach unten gezogen wird, wenn beide Rollen einander nahe kommen, fast ausschliesslich durch die Rückwirkung des Magnetismus im Eisenkern auf die Drahtspirale erzeugt.

Auffallend ist die geringe Vermehrung dieses Zuges nach unten durch Aufhängung beider mit einander verbundenen Rollen an die Wagschale. Der Versuch, in welchem bei verbundenen und zusammen an der Wage aufgehangenen Rollen die Mitte der Länge beider Rollen (also die Aneinanderfügungsstelle derselben) auf dem Punkte 103 steht, trifft hinsichtlich der Stellung der Rollen fast genau mit dem letzten der kurz vorhergehenden Versuche zusammen, wo die obere Rolle, welche allein an der Wage hängt, mit ihrem oberen Rande mit dem oberen Ende des Eisenstabes in gleicher Höhe (ihre Mitte also auf 51) steht, während die zweite Rolle mit ihrer Mitte auf 162 befestigt ist. In dem zuerst erwähnten Versuche wirkte der Magnetismus des Eisens auf beide Rollen herabziehend in dem zu zweit erwähnten Versuche dagegen nur auf die obere Rolle allein, weil die untere nicht mit an der Wage hing; und doch war im ersten Versuche das zur Aequilibrirung nothwendige Gewicht 0,515, während es

im zweiten nur wenig geringer, 0,498 war, welches letztere freilich auch die gegenseitige Anziehung der beiden Rollen, also nach dem Vorigen 0,014 mit in sich schliesst. Es ist also die auf die untere der beiden zusammengebundenen Rollen in der angegebenen Stellung ausgeübte Anziehung nicht bedeutend, nicht so stark, als wenn diese untere Rolle allein an ihrer Stelle vorhanden und an der Wage aufgehangen wäre, indem die sie in diesem Falle nach unten treibende Kraft doch immer noch ungefähr 0,080 Grammes zu ihrer Aufhebung erfordert hätte. Wenn man auch die Anziehung beider Spiralen aus grosser Nähe = 0,020 Grammes setzen wollte, so würde die aus der Einwirkung auf den Eisenstab entstehende, nach unten gerichtete und auf die obere Rolle allein ausgeübte Kraft sich immer noch auf 0,478 belaufen, also nur um 0,037 geringer sein als die auf die beiden verbundenen Rollen ausgeübte Wirkung. Dieser Unterschied wird also durch die eigenthümliche Vertheilung des Magnetismus in dem Eisenstabe hervorgerufen, in Folge dessen sich auch die Wirkung auf die obere Rolle so bedeutend erhöht.

Als die obere Rolle allein an der Wage aufgehangen wurde, so dass ihre Mitte auf 28 stand, während die Mitte der unteren Rolle auf 141 stand, die Ränder beider Rollen also ungefähr noch 10 Millimeter von einander abstanden, so erhielt ich

$$0{,}1489—1 \quad \left\{ \begin{matrix} 32{,}5 \\ 30{,}6 \end{matrix} \right\} \quad 31{,}5 \quad 0{,}483.$$

Durch das Senken der oberen Rolle um ungefähr 6 Millimeter, wodurch die einander zugewandten Ränder in eine Entfernung von nahe 4 Millimeter kamen, steigerte sich die Kraft noch etwas; ich erhielt

$$0{,}1489—1 \quad \left\{ \begin{matrix} 34{,}0 \\ 32{,}3 \end{matrix} \right\} \quad 33{,}1 \quad 0{,}508.$$

In diesem Falle, wo die obere Rolle also mit ihrem oberen Rande noch um nahe 17 Millimeter über dem Ende des Eisenstabes erhoben war, zeigte sich die Herabdrückung etwas stärker als vorhin, wo die obere Rolle mit ihrer oberen Fläche in gleicher Höhe mit dem oberen Ende des Eisenkerns stand, also analog wie bei den früheren Versuchen mit den beiden zusammengebundenen Rollen.

Digitized by Google

Versuche mit zwei gleichweit von den beiden Endpunkten entfernten Rollen.

Zuletzt wurden mit dem bisher gebrauchten Eisencylinder noch Messungen in der Weise angestellt, dass nur die obere Rolle an der Wage hing, aber die untere Rolle mit ihrem unteren Ende stets so weit von dem unteren Ende des Eisencylinders abstand, als das obere Ende der oberen Rolle von dem oberen Rande des Eisencylinders entfernt war. Der Strom ging durch beide Rollen.

Mitte der oberen Rolle auf	Mitte der unteren Rolle auf			
— 31	+ 846	0,0849—1 { 2,22 / 1,07 }	1,15	0,034
0	815	0,0838—1 { 6,27 / 4,25 }	5,26	0,109
+ 28	787	0,0869—1 { 10,25 / 7,75 }	9,00	0,184
51	764	Mittel aus den drei S. 84 mitgetheilten Versuchen		0,199
108	707	0,0910—1 { 8,85 / 7,25 }	8,05	0,161
188	627	0,0900—1 { 7,87 / 6,90 }	7,38	0,148
251	561	0,0357—1 { 6,29 / 5,25 }	5,76	0,149
268	547	0,0920—1 { 8,00 / 7,53 }	7,76	0,155
354	461	0,0879—1 { 10,07 / 9,95 }	10,01	0,201.

In der Zeichnung habe ich die Zahlen der letzten Columne auf beiden Enden des Eisenstabes aufgetragen, denn so stark die obere Rolle nach unten gezogen wird, ebenso stark wird die untere Rolle nach oben gezogen. Sehr auffallend tritt die Zunahme bei der Annäherung der beiden Rollen nach der Mitte hin hervor, während eine Rolle allein in der Mitte gar keine Anziehung erleidet. Wären beide Rollen zusammengebunden, so würde die auf beide Rollen in entgegengesetzter Richtung ausgeübte Zugkraft wegen der symmetrischen Stellung in Bezug auf den Eisenstab sich aufheben, und beide Rollen würden in diesem Zustande

Digitized by Google

die Wage nicht afficiren. Diese Zunahme nach der Mitte hin ist, wie aus einem der früher mitgetheilten Versuche hervorgeht, aber nicht etwa auf Rechnung der elektrischen Anziehung beider Rollen auf einander bei grösserer Annäherung zu schreiben, denn diese Anziehung beträgt bei möglichster Annäherung nur 0,014. Diese Zunahme der Kraft hängt also auch hier von der Vertheilung des Magnetismus im Stabe ab, die aber in dem letzten Versuche, wo die beiden Rollen fast bis zur Berührung einander genähert sind, keine wesentlich andere ist als wenn die beiden Rollen in derselben Stellung zum Eisenstabe zusammengebunden an die Wage angehangen werden, in welchem letzteren Falle keine Bewegung der Wage durch die Anziehung der Spiralen auf den Eisenkern erfolgt. Bei einer einzigen, mit ihrer Mitte auf die Mitte*) des Eisenstabes aufgesetzten Spirale wird daher auch kein Bestreben zu einer Bewegung derselben entstehen, obwohl eine starke Anziehung der einzelnen Windungen vorhanden ist, weil die Wirkung der unteren Hälfte der Windungen die Wirkung der oberen Hälfte vollständig aufhebt.

Diese zuletzt beschriebenen Versuche, in welchen die beiden Rollen gleich weit von den Enden des Eisenstabes entfernt waren und die obere allein an der Wage hing, wurden dann auch mit einem beinahe ebenso dicken (28,4^{mm}), aber nur halb so langen (407^{mm}) Eisenstabe wiederholt. Diese Versuche gaben für die Belastungen, welche zur Wiederherstellung des Gleichgewichts an der Wage erfordert wurden, folgende Werthe.

Mitte der oberen Rolle auf	Mitte der unteren Rolle auf				
29	378	0,0070—1	7,15 6,25	6,70	0,197
51	356	0,0192—1	8,32 7,55	7,93	0,221
131	276	0,0240—1	7,65 7,55	7,60	0,207
149	258	0,0287—1	8,22	8,22**)	0,219.

*) Natürlich abgesehen von allem Einflusse des Erdmagnetismus.

**) Die Anziehung der Spirale war bei beiden Arten der Magnetisirung gleich gross. Auch in der nächstvorhergehenden Versuchsreihe wurden die Differenzen um so kleiner, je näher die Rollen der Mitte des Stabes gerückt wurden, und verschwanden zuletzt fast ganz.

Digitized by Google

Auch diese Versuche weisen nach, dass die Anziehung ein Maximum ist, wenn die Rollen mit ihrem äusseren Rande ungefähr in gleicher Höhe mit den Enden des Stabes sich befinden, und dass dann beim Nähern beider Rollen zur Mitte hin diese Anziehungen abnehmen und bei fortgesetzter Näherung bis zu einem zweiten Maximum wieder wachsen. Die Verringerung von 221 bis 207 ist hier nur gering, was seinen Grund in der geringeren Länge des Stabes und der verhältnissmässig grossen Länge der Rollen hat; damit hängt es auch zusammen, dass die Anziehungen, welche die Rollen durch diesen Eisenstab erleiden, grösser sind als bei Anwendung des doppelt so langen Stabes. Uebrigens müssen diese Versuche, wenn sich diese Zu- und Abnahme in den Anziehungen noch deutlicher aussprechen soll, mit sehr kurzen Rollen, welche nur einen kleinen Theil des Stabes bedecken, angestellt werden. Zu einer allgemeinen Kenntniss derselben genügen indess auch die vorstehenden Versuche.

Ein ähnliches Verhältniss der Anziehungen auf den verschiedenen Punkten eines Eisenkerns wird auch noch durch folgende Versuche angedeutet, welche mit zwei Stäben von 815^{mm} Länge und 14,8^{mm} Dicke und 407^{mm} Länge und 15,8^{mm} Dicke angestellt wurden. Die obere Rolle hing in beiden Fällen wieder an der Wage, und die Mitte der oberen Rolle war ebenso weit von dem oberen Ende des Eisenstabes als die untere von dem unteren Ende entfernt. Die beiden ersten Reihen enthalten die Abstände der Mitte beider Rollen vom oberen Endpunkte des Stabes.

Eisenstab 815^{mm} lang und 14,8^{mm} dick.

51	764	0,0180—1 $\left\{\begin{matrix}5,23\\4,30\end{matrix}\right\}$	4,76	0,133
151	664	0,0216—1 $\left\{\begin{matrix}4,40\\3,90\end{matrix}\right\}$	4,15	0,114
251	564	0,0418—1 $\left\{\begin{matrix}4,12\\4,00\end{matrix}\right\}$ 4,06 0,0287—1 $\left\{\begin{matrix}4,01\\3,88\end{matrix}\right\}$ 3,94		0,107.

Eisenstab von 407^{mm} Länge und 15,8^{mm} Dicke.

51	356	0,0323—1 $\left\{\begin{matrix}6,37\\5,85\end{matrix}\right\}$	6,11	0,160
149	258	0,0311—1 $\left\{\begin{matrix}6,6\\6,5\end{matrix}\right\}$	6,55	0,173.

Digitized by Google

In dem letzten Versuche standen die Rollen mit ihren einander zugewandten Rändern nur wenige Millimeter von einander ab, und es zeigte sich die Anziehung in diesem Falle stärker (freilich mit Einschluss der gegenseitigen Anziehung der beiden Rollen), als wenn die Rollen an den Enden des Stabes sich befanden. In dem Versuche mit dem 815^{mm} langen Stabe sind die Rollen nicht genug der Mitte genähert worden, um die Zunahme sichtbar zu machen; die mit der weitern Entfernung von den Enden verringerte Abnahme weist aber mit Wahrscheinlichkeit auf eine bei grösserer Annäherung der Rollen nach der Mitte eintretende Vermehrung der Anziehung hin.

Ueber das Verhältniss der Anziehungen und der Durchmesser der Eisenstäbe.

Die in dem Vorhergehenden mitgetheilten Versuche gestatten auch eine Vergleichung zwischen den Anziehungen, welche bei Eisenstäben von gleicher Länge, aber ungleicher Dicke bei entsprechender Stellung der magnetisirenden Rollen beobachtet werden. Entsprechend sind für die beiden Stäbe von 815^{mm} Länge und 29,7^{mm} und 14,8^{mm} Dicke die Stellungen der Mitte der oberen Rolle auf 51, der unteren auf 764, und der oberen auf 251 und der unteren auf 564. Die Verhältnisse der Anziehungen für diese Stellungen der Rollen sind:

$$199 : 133 = 1 : 0{,}66$$
$$\text{und } 149 : 107 = 1 : 0{,}78.$$

Noch ein drittes Verhältniss der Anziehungen für die Stellung der Mitte der oberen Rolle auf 151 und der unteren auf 664 lässt sich gewinnen, wenn man für den dickeren Stab aus den oben angeführten Versuchen den Werth für die Anziehung auf dieser Stelle sucht; man findet nahe 154. Es wird dann das Verhältniss der Anziehungen auf diesem Punkte beider Eisenstäbe

$$154 : 114 = 1 : 0{,}74.$$

Es scheinen diese Verhältnisse von den Enden gegen die Mitte der Eisenstäbe hin zu wachsen, denn der letzte Versuch bezieht sich auf eine Stellung der Rollen, welche zwischen den vorhergehenden beiden gerade in der Mitte liegt. Das Verhältniss der Durchmesser beider Stäbe ist aber beinahe wie 1 : 0,5, genauer

$$29{,}7 : 14{,}8 = 1 : 0{,}498.$$

Digitized by Google

Jedenfalls nimmt also die Anziehung zwischen dem Eisenstabe und den Rollen in geringerem Grade ab, als der Durchmesser, und es scheint die Abnahme dieses Verhältnisses auch zugleich von der Stellung der Rollen zum Eisenstabe abhängig zu sein, so dass es um so weniger abnimmt, je näher die Rollen einander gebracht werden. Selbst mit Benutzung von nur einer Rolle habe ich einen Werth für dieses Verhältniss erhalten, der immer noch grösser ist als das Verhältniss der Durchmesser. Es befand sich dabei die Rolle mit ihrer Mitte um 251^{mm} von dem oberen Ende der beiden Stäbe entfernt. Die Messung ergab, wie schon oben angeführt, bei dem 29,7^{mm} dicken Eisenstabe 0,045. Für den 14,8^{mm} dicken Stab erhielt ich

$$0{,}2382—1 \quad \left\{ \begin{matrix} 3{,}42 \\ 2{,}75 \end{matrix} \right\} \quad 3{,}08 \quad 0{,}025.$$

Es ist aber

$$0{,}045 : 0{,}025 = 1 : 0{,}56.$$

Für die beiden kürzeren, nur 407^{mm} langen Eisenstäbe sind bei Anwendung zweier gleichweit von beiden Enden entfernten Rollen ebenfalls zwei der vorhin schon angeführten Versuche unmittelbar vergleichbar, nämlich für die Stellung der Mitte der Rollen auf 51 und 356 und auf 149 und 258,

$$0{,}221 : 0{,}160 = 1 : 0{,}72$$
$$0{,}219 : 0{,}173 = 1 : 0{,}79,$$

oder wenn man die gegenseitige Anziehung der beiden Rollen in dem letzten Falle, wo sie einander sehr nahe sind, mit dem Betrage von 0,014 abzieht,

$$0{,}205 : 0{,}159 = 1 : 0{,}77.$$

In jedem Falle ist das Verhältniss grösser als das der Durchmesser,

$$28{,}4 : 15{,}8 = 1 : 0{,}56,$$

und die Werthe nehmen auch ebenso wie vorhin bei der Annäherung der Rollen gegen die Mitte hin zu.

Zur Feststellung eines genaueren Gesetzes über das Verhältniss der Anziehungen verschiedener Stäbe zu ihren Durchmessern genügen aber die vorstehenden Versuche, selbst abgesehen von ihrer geringen Zahl, auch deshalb nicht, weil die Beschaffenheit der dickeren und dünneren Eisenstäbe, obwohl ich sie aus Eisen von derselben Hütte ausgewählt und vor den Versuchen gut ausgeglüht hatte, doch vielleicht noch gewisse, wenn auch nur unbedeutende Verschiedenheiten hinsichtlich der mehr oder weniger leichten Erregung des Magnetismus besitzen kann.

Digitized by Google

Versuche mit hufeisenförmig gebogenen Stäben.

Zum Schluss mögen hier noch einige Versuche mit hufeisenförmig gebogenen Stäben erwähnt werden. Die beiden zu einem Hufeisen gebogenen Eisenstäbe hatten ungefähr dieselbe Länge wie die früher angewandten längeren (also etwas über 800^{mm}); der Durchmesser des einen betrug 28,4^{mm}, des anderen 15,8^{mm}; die Entfernung der Mittelpunkte der beiden Endflächen 156,6^{mm}. Die Schenkel bilden möglichst weit gerade Cylinder. Jetzt war es bequemer, das Hufeisen mit seinem gebogenen Theile nach oben an der Wage aufzuhängen und dafür die Rollen festzustellen. Es wurde jeder Schenkel durch eine Rolle hindurchgeschoben und durch beide Rollen der Strom geleitet. Mit dem dickeren Eisen wurden vier Messungen, mit dem dünneren nur eine angestellt. In der folgenden Tabelle enthält die erste Reihe die Anzahl der Millimeter, um welche die Mitte jeder Rolle über das nach unten gerichtete Ende des Hufeisens erhaben war; die zweite Reihe die Logarithmen der beobachteten Stromstärken, die dritte die bei denselben beobachteten Belastungen*) und die vierte die Belastungen für einen Strom von 1° an der gebrauchten Sinusboussole. Es wirkten jetzt beide Rollen auf das Eisen in demselben Sinne und mit gleicher Stärke; sollen also diese Anziehungen mit den früheren, wo nur eine Rolle auf die Wage wirkte, verglichen werden, so müssen die auf 1° reducirten Belastungen halbirt werden, wie dies in den Zahlen der fünften Reihe geschehen ist.

Hufeisen von 28,4^{mm} Durchmesser.

29	0,0323—1	15,80**)	0,415	0,207
51	0,0311—1	17,70	0,467	0,233
131	0,0287—1	15,72	0,419	0,210
211	0,0415—1	16,42	0,413	0,206.

Die Rollen konnten wegen des gekrümmten Zwischenstückes nicht höher gestellt werden.

Hufeisen von 15,8^{mm} Durchmesser.

151	0,0403—1	11,16	0,282	0,141.

Vergleicht man die Hälften dieser Anziehungen, also die Zahlen der letzten Reihe mit den früher gefundenen, wo ebenfalls zwei Rollen in gleicher Entfernung von beiden Enden angebracht

*) Der Einfluss des Erdmagnetismus hob sich in diesem Falle auf.
**) Gleichgewicht instabil.

Digitized by Google

waren, so zeigt sich die Anziehung bei der Hufeisenform bedeutend stärker als bei den geraden Cylindern. Der zur Vergleichung geeignete Eisencylinder von 29,7^{mm} Durchmesser ist im Durchmesser um 1,5^{mm} dicker, und dennoch erzeugt er eine geringere Anziehung.

Anziehungen bei entsprechenden Stellungen der Rollen

durch das Hufeisen	0,207;	0,233;	0,210;	0,206
durch den geraden Cylinder	0,184;	0,199;	0,157;	0,148.

Die Differenzen wachsen mit der Entfernung der Rollen von den Enden; sie sind 0,023; 0,034; 0,043; 0,058.

Die Vergleichung des Hufeisens von 15,8^{mm} Durchmesser mit dem geraden cylindrischen Stabe von gleichem Durchmesser, bei gleicher Stellung der Rollen, giebt ebenfalls für das Hufeisen einen grösseren Werth; 0,141 für das Hufeisen und 0,114 für den geraden Cylinder. Diese stärkere Anziehung bei der Hufeisenform ist eine Folge der gegenseitigen Einwirkung der beiden parallel mit einander gehenden Schenkel.

Das Verhältniss der Durchmesser der beiden Hufeisen ist 1 : 0,56; das Verhältniss der nöthigen Belastungen bei gleichen Stellungen der Rolle, wenn man für die Stellung der Rollen auf 151 bei dem dickeren Hufeisen auch nur 0,206 annimmt,

$$0{,}206 : 0{,}141 = 1 : 0{,}67,$$

also auch hier wieder grösser als das der Durchmesser.

Die mitgetheilten Versuche werden hinreichen, um die allgemeinen Verhältnisse der Anziehungen zwischen dem Eisenkern und den magnetisirenden Spiralen kennen zu lernen. Für eine weiter eingehende Untersuchung beabsichtige ich die Versuche aber mit kürzeren und möglichst engen Spiralen, die aber auch durch längere ersetzt werden können, zu wiederholen, um die den einzelnen Punkten des Magnetstabes zukommenden Wirkungen noch genauer zu bestimmen.

Benutzung dieser Anziehungen zur Bewegung von Maschinen.

Ebenso möchten die vorliegenden Versuche auch genügen, um Aufschluss zu geben über die vortheilhafteste Construction, wenn man die im Vorhergehenden besprochene Wirkung zwischen dem Eisenkerne und den magnetisirenden Spiralen zur Bewegung von Maschinen benutzen will. Es sind nämlich bei dieser Art der Verwendung viele der Uebelstände, welche bei den bisher durch

Digitized by Google

den Elektromagnetismus bewegten Maschinen hervortreten, nicht vorhanden, und man hat über nicht unbedeutende Kräfte zu verfügen.

Ich hing ein Hufeisen, das zu einem grossen Elektromagnet gehörte und dessen Schenkel 98^{mm} im Durchmesser und in ihrem geraden Theile eine Länge von 400^{mm} hatten, an dem einen Arme eines Hebels so auf, dass es mit den Schenkeln innerhalb der magnetisirenden aus mehr als zwei Centner Kupferdraht gebildeten Spiralen sich in verticaler Richtung auf- und abbewegen konnte, indem die zum Aufhängen angewandten Stricke sich über einen Theil eines Kreises auf- und abwickelten. Die Schenkel waren nicht ganz durch die Rollen hindurchgeführt, sondern ihre Enden standen noch etwas höher als die unteren Flächen der Rollen. Als ich den Strom von mehreren Platinelementen durch die Spiralen hindurchgehen liess, wurde an dem entgegengesetzten Ende des Hebelarmes ein Gewicht von ziemlich $^3/_4$ Centner gehoben. Ich hatte zugleich eine Vorrichtung angebracht, wodurch bei der Bewegung des Hebelarmes abwärts, sobald die unteren Enden der Schenkel in einer bestimmten Länge aus den Rollen herausgetreten waren, die Kette durch den Hebelarm selbst geöffnet wurde. Das Hufeisen kehrte dann, getrieben durch das Gewicht, am anderen Hebelarme nach oben zurück, und wenn es auf einer bestimmten Höhe angekommen war, schloss sich in Folge des Umlegens der erwähnten Vorrichtung durch den Hebelarm selbst die Kette wieder; das Eisen wurde also wieder niederwärts gezogen u. s. w. Die Vorrichtung zum Schliessen und Unterbrechen des Stromes bestand einfach aus einem kleinen Hebel, der weit unterhalb seines Schwerpunktes unterstützt war; auf der einen Seite trug er einen Drahtbügel, der beim Niederfallen dieser Seite in zwei Quecksilbernäpfe tauchte, in welche die Enden der elektrischen Kette geleitet waren. Wurden beide durch den Drahtbügel verbunden, so war damit die Kette geschlossen; dem Ausheben des Drahtbügels folgte die Oeffnung der Kette. Der andere Arm des Hebels trug ein Gegengewicht und einen Fortsatz, an welchen vertical über einander zwei Stifte angebracht waren. Zwischen diesen Stiften bewegte sich ein von dem grossen Hebel, an welchem das Hufeisen hing, ausgehendes Stäbchen und stiess zu Ende des Hinabgehens des Hufeisens gegen den unteren Stift, so dass dadurch die Kette geöffnet wurde. Durch den oberhalb des Drehpunktes befindlichen Schwerpunkt blieb der kleine Hebel in dieser die Kette geöffnet lassenden Lage, bis

Digitized by Google

das Hufeisen seinen Hub nach aufwärts beinahe vollendet hatte, dann aber stiess das Stäbchen gegen den oberen Stift und schloss durch Umlegen des kleinen Hebels die Kette wieder, die wieder geschlossen blieb bis gegen Ende des niedergehenden Hubes, u. s. f. Auf diese Weise wurden nahe $^3/_4$ Centner in einer Minute gegen 20 Mal einen halben Fuss hoch gehoben. Durch sorgfältigere Einrichtung und durch Anwendung einer grösseren Zahl Elemente hätte sich die Kraft noch bedeutend steigern lassen. Die noch vorhandenen heftigen Funken bei dem Oeffnen der Kette lassen sich durch sehr einfache Vorrichtungen, wodurch in den letzten Augenblicken des niedergehenden Hubes ein immer grösserer und grösserer Widerstand eingeschaltet wird, beseitigen.

SITZUNG AM 26. OCTOBER.

D'Arrest, *Bestimmung der Declination im magnetischen Observatorium zu Leipzig.*

Zur Bestimmung der absoluten magnetischen Declination wurde ein von Herrn Professor *Wilhelm Weber* aufgestelltes Magnetometer angewandt, dessen Nadel aus einem 254 Millimeter langen Stahlcylinder besteht. Derselbe ist von einem hohlen, dünnen Kupfercylinder umgeben und wird um seine Axe in ypsilonförmigen Trägern gedreht, welche zugleich mit dem Torsionskreise an einem von der Decke herabhängenden Kupferdrahte befestigt sind. Auf jedes Ende der Nadel werden vermittelst Kupferhülsen kleine kreisrunde Planspiegel aufgeschoben, welche mit Leichtigkeit beliebig um die Axe der Nadel gedreht werden können. Man sieht sogleich, dass bei dieser Suspensionsart der Nadel und Verbindung der Spiegel mit dem Instrumente sowohl die Untersuchung der möglichen Abweichung zwischen der mathematischen und der magnetischen Axe der Nadel als auch die Bestimmung und Vernichtung des Collimationsfehlers der Spiegel einfachere und weniger zeitraubende Operationen erfordern, als bei den sonst gebräuchlichen Spiegelträgern und der Befestigung des parallelepipedischen Stabes im

Digitized by Google

Schlitten. Zur Bestimmung des astronomischen Meridians des steinernen Pfeilers, von welchem aus die Nadel beobachtet wird, diente ein zu dem Instrumentenvorrathe der hiesigen Sternwarte gehöriger *Repsold*'scher Theodolit, welchem der Künstler zum Behufe magnetischer Beobachtungen einen besondern Oculareinsatz und einen Scalenträger beigegeben hat, letzteren wie ein Aufsatzniveau auf den Axen zu befestigen.

Die Entfernung der spiegelnden Fläche von der Scale beträgt im Mittel aus wiederholten Messungen

2664,0 Millimeter,

und da statt der von *Repsold* gelieferten feingetheilten Millimeterscalen, welche bei der geringen optischen Kraft des Fernrohrs trotz guter Beleuchtung keine genaue Ablesung gestatteten, lithographirte, auf Holz geklebte Scalen angewandt werden mussten, bei welchen ein Scalentheil nur 0,9933 Millimeter maass, so beträgt jeder Theil der Scale, ohne Rücksicht auf die Torsion,

38,″451 Bogensecunden.

Es fand sich die Schwingungsdauer der Nadel

Sept. 25 . . . 31,″110 mittlere Zeitsecunden
Oct. 4 . . . 31, 133 » »

Nachdem die nöthigen Berichtigungen und Vorbereitungen ausgeführt waren, wurde die Stärke der Torsion bestimmt. Man fand am 25sten September, ohne Rücksicht auf die Variationen der Declination, die Einwirkung der Drehungen so:

Torsionskreis	Scale
50°	323,6
30	487,5
10	649,2
30	486,5
50	317,6

Daher bewirkten an diesem Tage im Mittel eine Drehung von

+ 20° eine Aenderung von — 165,80 Scalentheilen
— 20° » » » + 162,80 »

Mit Hülfe eines unterdessen im untern Saale des physikalischen Cabinets durch Herrn Professor *Hankel* aufgestellten Hülfsapparates wurden am 27sten September gefunden für eine Drehung von

Digitized by Google

$+ 20^0$ eine Aenderung von — 170,35 Scalentheilen
$- 20^0$ » » » + 168,10 »

Dies ist eine sehr beträchtliche Stärke der Torsion, welche vielleicht die Vertauschung des Aufhängefadens mit einem feineren hätte wünschenswerth erscheinen lassen, wenn nicht später vorzunehmende Intensitätsbestimmungen eine solche Vertauschung, die vielleicht dann der Belastung der Nadel nicht entsprechend gewesen wäre, unräthlich gemacht hätten.

Der Nullpunkt der Torsion liess sich mit grosser Genauigkeit bestimmen mit Hülfe eines durchbohrten Kupfercylinders von etwa gleicher Schwere wie der Hauptstab. Nachdem auf die Enden desselben, ähnlich wie bei dem Magnetstabe, Metallspiegel aufgeschoben waren und die Elongationen durch ein eingeschobenes, schwach magnetisirtes Stäbchen innerhalb der Grenzen der Scale gehalten werden konnten, ward der Kreis so gedreht, dass der freischwebende Stab den Theilstrich 500, welcher der Axe des Fernrohrs entsprach, reflectirte. Für diese Stellung fand sich der Nullpunkt

in 31^0, 2.

Der Standpunkt des isolirten Pfeilers, der den Theodoliten trägt, war bei der Anlage so ausgewählt worden, dass man den beträchtlich entfernten Thurmknopf der Johanniskirche, in Ermangelung einer Marke im Beobachtungslocale selbst, zur Versicherung über den Stand des Fernrohrs einstellen kann. Ueberdies können vom Standpunkte aus, wenigstens einen Theil des Jahres hindurch, Sonnenbeobachtungen in den Nachmittagsstunden gemacht werden. Es ist gewiss ein hinreichender Beweis für die genügende Aufstellung des Theodoliten, wenn ich die Ablesungen hier folgen lasse, welche den Einstellungen des genannten irdischen Objectes entsprechend, in der Zeit der Vorbereitungen und der hier mitzutheilenden ersten Beobachtungen gemacht worden sind, vorzüglich wenn man bedenkt, dass jedes Mal die Oculare und Fadennetze vertauscht werden mussten.

Johannisthurm.

August	6 . . .	174^0 21′ 12,″0
September	26	17, 1
October	4	14, 0
October	24	16, 1

Digitized by Google

Ich habe endlich noch das astronomische Azimut des Johannisthurms anzugeben. Vom Standpunkte aus wurden im August Sonnenbeobachtungen angestellt, indem man abwechselnd den Knopf des Thurmes einstellte und die Ränderdurchgänge der Sonne nebst den zugehörigen Ablesungen des Horizontalkreises beobachtete. Es fand sich im Mittel das gesuchte Azimut, gezählt von Süd durch West

$$273^0\ 23'\ 50,''4.$$

Verbindet man mit diesen Angaben und indem man für den October die Einstellung auf den Thurm annimmt zu

$$174^0\ 21'\ 15,''0,$$

die Angabe des Kreises in der Stellung des Fernrohrs, in welcher die Ablesungen der Scale gemacht wurden und auf welche dasselbe nach jeder Unterbrechung stets sorgfältig zurückgeführt wurde, nämlich

$$245^0\ 33'\ 21,''6,$$

so ergiebt sich schliesslich das Azimut der optischen Axe

$$15^0\ 24'\ 3,''0.$$

Wirft man den Einfluss der Torsion auf den Werth des Scalentheiles, so gilt für eine Ablesung ... n die Formel

$$\text{Absolute Decl.} = 15^0\ 24'\ 3,''0 + (500 - n).\ 42,''271.$$

Die Ablesungen fallen dabei gegenwärtig und für die nächsten Jahre so nahe bei 500, dass ich den schädlichen Einfluss, welchen die ungewöhnliche Grösse der Torsion auf die Bestimmung des anzuwendenden Scalenwerthes ausübt, nicht für beträchtlich halten kann.

Als erste Resultate kann ich dieser Mittheilung eine Tafel der im Monat October d. J. zweimal täglich, nahe zu den Zeiten des Maximums und des Minimums, abgelesenen Ständen der Nadel folgen lassen. Obgleich wegen der Entfernung der Sternwarte vom magnetischen Hause diese Beobachtungen in Zukunft nicht täglich, wie es an andern Observatorien wohl eingeführt ist, fortgesetzt werden können, so sollen doch von Zeit zu Zeit Reihen wie die gegenwärtige angestellt werden, um für die jedesmalige Epoche einen sichern Anhalt für die Kenntniss der wirklichen mittleren Richtung der erdmagnetischen Kraft an hiesigem Orte zu gewähren.

Digitized by Google

1850. Westliche Declinationen.

Datum.	Mittlere Zeit.	Declination.	Mittlere Zeit.	Declination.
Oct. 2	2^h 25′	15° 42′ 1″	21^h 10′	15° 36′ 13″
3	3 5	15 40 17	21 30	15 34 37
4	2 35	15 40 41	21 0	15 33 7
5	2 15	15 47 42	....	.....
6	....	.....	21 10	15 43 17
7	3 0	15 45 7	21 25	15 40 30
8	3 3	15 43 59	21 17	15 37 26
9	3 0	15 45 20	....	.....
10	3 0	15 44 56	21 30	15 40 28
11	2 51	15 44 22	21 26	15 35 5
12	....	.....	21 29	15 34 37
13	2 10	15 43 13	21 17	15 35 19
14	3 10	15 41 6	21 4	15 34 12
15	2 40	15 46 6	....	.....
16	....	.....	21 20	15 38 23
17	2 47	15 40 45	21 25	15 35 24
18	3 5	15 42 30	21 30	15 36 23
19	....	.....	21 28	15 37 26
21	3 5	15 38 21	21 15	15 36 2
22	2 15	15 42 26	21 20	15 35 57
23	3 15	15 40 24	21 19	15 38 20
24	....	.....	21 45	15 39 18

Im Mittel aus diesen Beobachtungen würde man erhalten

1850. October. 2^h—3^h... 15° 42′ 54″ westl. Decl.

und etwa für die Zeit des Minimums

1850. October. 21^h.... 15° 35′ 13″ westl. Decl.,

welche Zahlen man für die Mitte des Monats gültig betrachten kann.

Es ist mir nicht gelungen, frühere Beobachtungen der Declination in Leipzig aufzufinden, mit Ausnahme derjenigen, welche Herr Dr. *Schmidel* im Jahre 1825 auf freiem Felde im Süden der Stadt angestellt hat. Diese Angabe steht so nach Band IV der Astronomischen Nachrichten (S. 396):

1825. Juli 12..... 17° 45′ westliche Decl.

Man könnte aus beiden Daten auf eine jährliche Abnahme von nahe fünf Minuten schliessen, wenn die lange fortgesetzten Beobachtungsreihen anderer Orte noch eine der Zeit einfach proportionale Abnahme vorauszusetzen gestatteten.

Digitized by Google

Zum Schlusse mag es, bei fast gänzlichem Mangel an absoluten magnetischen Bestimmungen im Königreich Sachsen, noch gestattet sein, diejenigen Declinationen zur Vergleichung beizufügen, welche das königliche Oberbergamt zu Freiberg als die sichersten unter den am dortigen Orte zu markscheiderischen Zwecken angestellten ausgewählt hat:

Freiberg. *Brander*'sches Declinatorium.

1830. März	5	11¼ Uhr M.	...	17° 0′
1835. Juni		11¼ » »	...	16 52
1849. Sept. 22	5	» A.	...	15 45

(Mitgetheilt im Aprilhefte 1850 der Sitzungsberichte der k. k. Akademie.)

Derselbe, *Nachricht von der Entdeckung und den ersten Beobachtungen des Planeten Victoria, des Cometen von Bond und des dreizehnten Hauptplaneten.*

In den letzten Tagen des Monats September wurde ich durch ein Schreiben des Herrn *Hind* in London, dem wir bereits die Entdeckungen der Planeten Iris und Flora verdanken, von der am 13ten September erfolgten Entdeckung des zwölften Asteroïden benachrichtigt. Herr *Hind* hat bald darauf für diesen Planeten den Namen Victoria festgesetzt und zum Zeichen desselben einen Stern mit Lorbeerzweig bestimmt. Bei der äussert ungünstigen Witterung dieses Herbstes gelang hier auf der Sternwarte die Auffindung des Planeten erst am 27sten September, nachdem weitere Nachrichten über den fortgesetzten Lauf aus Altona und Berlin eingelaufen waren. Er erschien damals im Fernrohre des Refractors als ein Stern der 8.9 Grösse, mithin ansehnlich lichtstärker, als man die neuentdeckten Planeten zu sehen gewohnt ist.

Ich lasse hier die Resultate der häufig unterbrochenen Beobachtungen folgen, die aus dem angeführten Grunde bis jetzt so wenig zahlreich sind, dass ich keine Untersuchung der wahren Bahn um die Sonne darauf gegründet habe; im Allgemeinen kann dennoch bemerkt werden, dass Victoria nach ihrer mittleren Entfernung von der Sonne etwa zwischen Flora und Vesta zu setzen ist, d. h. fast an den inneren Rand der Zone von bedeutender Breite, welche die kleinen Planeten zwischen Mars und

Digitized by Google

Jupiter ausfüllen. Nach den gut übereinstimmenden Resultaten der Herren *Fernley* und *G. Rümker* ist die Excentricität der Bahn ziemlich bedeutend, die Neigung eine mittlere.

Beobachtungen der Victoria zu Leipzig.

1850.	M. Zt. L.	Sch. A. R. Vict.	Sch. Decl. Vict.	Vergl.
Sept. 27	$9^h\ 50'\ 18,''7$	$353°\ 24'\ 55,''8$	$+\ 11°\ 51'\ 10,''5$	13
27	10 46 0, 2	353 24 30, 1	. . . . .	3
29	11 21 54, 1	353 2 49, 9	+ 11 27 36, 8	10
30	10 4 10, 7	352 53 12, 0	+ 11 16 55, 4	5
Oct. 1	10 42 40, 6	352 42 54, 9	+ 11 6 0, 9	12
7	9 24 42, 1	351 50 56, 4	. . . . .	2
7	11 32 50, 6	351 50 10, 8	+ 9 58 55, 8	5

Diese Beobachtungen sind am doppelten Ringmikrometer des Refractors angestellt und die Oerter der mit dem Planeten verglichenen Sterne den Königsberger Beobachtungen entnommen.

Den Cometen, welchen zuerst Herr *George Bond* auf der Sternwarte der Universität Cambridge (Massachusetts) am 3ten September auffand und der bald darauf von verschiedenen europäischen Astronomen entdeckt und auf allen Sternwarten beobachtet ward, habe ich während des grössten Theils seiner Sichtbarkeit, wie die meisten der in den letzten Jahren erschienenen Cometen, wegen der hohen nördlichen Lage nicht beobachten können. Erst nachdem er zu Ende Septembers seinen Lauf schnell nach Süden nahm, konnte in den Morgenstunden danach gesucht werden. Die Beobachtung, welche am 1sten October gelang, ist sehr sicher und insofern von einigem Interesse, weil sie in Deutschland eine der spätesten sein möchte. Der Comet verschwand am Schluss der Beobachtung in der Morgendämmerung und ich finde nur, dass er unter dem überaus günstigen Himmel von Marseille dem dortigen Astronomen Herrn *Valz* noch einige Tage später sichtbar geblieben ist. Dieser Comet war übrigens hell und von beträchtlicher Grösse. Die beobachtete Position ist diese:

Des Cometen

1850.	M. Zt. Leipz.	Sch. A. R.	Sch. Decl.
Oct. 1	$16^h\ 35'\ 29,''5$	$148°\ 11'\ 6,''5$	$+\ 1°\ 4'\ 49,''8$

Für seine Bahn habe ich die folgende Bestimmung gemacht, die, wenn auch ohne Anspruch auf grosse Genauigkeit, da sie sich auf auswärtige Beobachtungen aus der ersten Zeit der Sichtbarkeit

Digitized by Google

stützt, immerhin schon einen genäherten Begriff von den wahren Dimensionen geben wird. Die Uebereinstimmung mit anderweit bekannt gewordenen Resultaten ist eine befriedigende.

Bahn des Cometen von *Bond*.

Zeit des Periheldurchgangs 1850. Oct. 19,39589 M. Zt. Berlin.

Länge des Perihels	89° 21′ 52,″2	m. Aeq. 1850, 0.
Länge des aufsteigenden Knotens	205 56 39, 3	
Neigung	40 14 36, 0	
Log. des kürzesten Abstandes	9,751586	

Bewegung direct.

In den Verzeichnissen der Bestimmungsstücke älterer Cometen fand sich keine der gegenwärtigen ähnliche Bahn, so wie auch die bisherigen Untersuchungen noch keine Andeutung einer Abweichung vom parabolischen Laufe ergeben haben.

Ich benutze die im Drucke dieser Mittheilungen eingetretene Verzögerung, um hieran sogleich Dasjenige zu knüpfen, was über den seitdem wiederum hinzugetretenen dreizehnten Planeten hat ermittelt werden können. Herr *Annibal de Gasparis*, über dessen Entdeckungen der Hygiea und der Parthenope schon früher in diesen Heften berichtet wurde, fand den Planeten am 2ten November. Als derselbe bald darauf auch auf der hiesigen Sternwarte erkannt wurde, zeigte er sich etwa von der 10.11 Grösse, mithin so lichtschwach, dass die Ein- und Austritte an den Ringen des Mikrometers nicht mit derjenigen Sicherheit zu beobachten waren, welche die Fadenmikrometer der grösseren Instrumente den Beobachtungen dieser Art geben. Aus gütigen Mittheilungen der Neapolitaner und Berliner Astronomen liess sich unterdessen für die wahre Bahn dieses noch unbenannten Planeten vorläufig schon Folgendes ermitteln:

Elemente des dritten Planeten von *Gasparis*.

Epoche 1850. Novbr. 2 Mittl. Mittag im Berliner Meridian.

Mittlere Anomalie	291° 14′ 2,″4	
Länge des Perihels	115 28 40, 3	mittl. Aeq. der Epoche.
Länge des aufst. Knotens	43 37 7, 1	
Neigung	15 55 44, 9	
Excentricität	0,111562	
Winkel derselben	6 24 19, 4	
Log. der h. gr. Axe	0,411344	
Umlaufszeit	1512 mittlere Sonnentage.	

Digitized by Google

Die Umlaufszeit des Planeten, soweit man der mittleren Bewegung schon jetzt vertrauen kann, ist somit fast identisch mit derjenigen, welche ich vor Kurzem aus einer vollständigen Discussion sämmtlicher von 1845 bis Ende 1849 angestellten Asträa-Beobachtungen hergeleitet habe. Unter vollständiger Berücksichtigung der Störungen ergab sich die Umlaufszeit der Asträa zu 1511,178 m. Tagen. (Astr. Nachr. No. 731.) Danach gehört auch der neue Planet zu den mittleren in der erwähnten Zone, und geordnet nach den mittleren Bewegungen ist gegenwärtig die Reihenfolge der kleinen Planeten diese, wenn man vom Mars zum Jupiter fortschreitet:

Mars — Flora, Victoria, Vesta, Iris, Metis, Hebe, Parthenope, Asträa, III von *Gasparis*, Juno, Ceres, Pallas, Hygiea, — Jupiter.

Die Bahn des Planeten ist wenig excentrisch, aber in der Neigung gegen die Ecliptik wird er nur von Pallas übertroffen.

E. H. Weber, *Einige Bemerkungen über den Bau des Seehunds, phoca vitulina, und namentlich auch über die Einrichtungen, die sich auf die Erhaltung und Erzeugung der hohen Temperatur des im kalten Wasser lebenden Thiers und auf den Gebrauch der Augen in der Luft und im Wasser beziehen.*

Im October 1850 erhielt ich einen weiblichen Seehund, *phoca vitulina*.

Er wog	43110 Gramme
(oder nahe 87 Zollvereinspfunde);	
seine Länge vom Scheitel bis zur Spitze des Kreuzbeins betrug	1180mm,
seine Länge vom Scheitel bis zur Spitze des Schwanzbeins war	1411mm.

Die besonderen Lebensverhältnisse der Seehunde veranlassen mich bei dieser Gelegenheit

I. nach den Einrichtungen zu forschen, vermöge welcher diese Säugethiere, die die nämliche Blutwärme haben sollen, als andere Säugethiere, ihre hohe Temperatur im Wasser und sogar im Wasser der nördlichen Meere behaupten können,

Digitized by Google

II. zu untersuchen, durch welche Einrichtungen es ihnen möglich ist, sowohl in der Luft als auch im Wasser gut zu sehen. Denn davon, dass die Seehunde ausserhalb des Wassers gut sehen, hatte ich mich durch die Beobachtung lebender Seehunde überzeugt; dass sie aber auch im Wasser gut zu sehen vermögen, kann man daraus schliessen, dass sie daselbst zu ihrem Lebensunterhalte Fische fangen. Die hierüber von mir ausgeführte Untersuchung wird in den Abhandlungen der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften mitgetheilt werden und kann daher hier übergangen werden.

Eine dritte Aufgabe, den auf das Schwimmen berechneten passiven und activen Bewegungsmechanismus zu untersuchen, habe ich für jetzt bei Seite liegen lassen.

I. Einrichtungen zum Schutz gegen Kälte und namentlich gegen das schnelle Entweichen der Wärme.

Der Mensch ist gegen die Kälte weniger geschützt als die andern warmblütigen Thiere. Sein Körper ist unbehaart. Aber wenn er sich auch mit Kleidungsstücken umgiebt, welche schlechte Wärmeleiter sind, so ist doch sein Blut, sogar dann, wenn er in der Luft lebt, viel weniger warm als das der Vögel und im Allgemeinen minder warm als das der Säugethiere. Im Wasser erleidet er aber, weil es ihm viel mehr Wärme entzieht als die Luft, eine so schnelle Abkühlung, dass er in unserm Klima sogar in den Sommermonaten nicht leicht 2 Stunden in demselben zubringen kann, ohne zu erstarren und Krämpfe zu bekommen. Dieser Erfolg rührt vielleicht nicht bloss von Mangel des Kälteschutzes durch Behaarung, sondern auch zugleich von dem grossen Nervenreichthume der oberflächlichsten Schicht seiner Lederhaut ab. Der Mensch und die Säugethiere besitzen nämlich zweierlei gefäss- und nervenreiche Theile der Lederhaut, nach aussen gekehrte, die Hautwärzchen, und nach innen gekehrte, die Haarbälge nebst den Haaren, die wie Sonden wirken. Man darf vermuthen, dass, je mehr die eine Art derselben der Zahl nach vermehrt ist, desto mehr bei der andern gespart sei, schon deswegen, weil die eine Classe der Tastorgane der andern den Platz wegnimmt. Bei den dicht behaarten Thieren sind daher die sehr empfindlichen und blutreichen Theile der Haut grossentheils in die Tiefe der Haut versetzt; und wenn bei ihnen die oberflächlichste Schicht derselben ohne Nachtheil kühler ist, so muss der Wärmeverlust bei der Berührung mit kaltem Wasser viel geringer sein. Man darf

Digitized by Google

vermuthen, dass die Einrichtungen zum Schutze gegen die Kälte bei denjenigen Thieren am vollkommensten sein werden, die sich dauernd in sehr kaltem Wasser, z. B. des Eismeers, aufhalten.

Gefässloser und nervenloser Theil der Haut, Oberhaut und Behaarung.

Bei den in der Luft lebenden Säugethieren ist zum Schutze gegen das zu schnelle Entweichen der Wärme die dichte Behaarung der Haut angewendet, denn die aus Hornsubstanz gebildeten Haare sind nicht nur selbst sehr schlechte Wärmeleiter, sondern zwischen ihnen ist Luft befindlich, welche an ihnen haftet und von ihnen festgehalten wird, so dass sie vom Winde nicht fortgeweht werden kann. Luft ist aber selbst einer der schlechtesten Wärmeleiter und kann durch die Berührung mit der Haut sehr warm werden, ohne ihre Wärme den benachbarten Luftschichten sehr mitzutheilen. Der Mensch ist, weil er keinen Pelz besitzt, im Luftzuge so sehr der Erkältung ausgesetzt, denn die Luft, die an seiner Oberhaut haftet und von ihm erwärmt worden ist, wird nicht fest genug zurückgehalten, sondern durch bewegte Luft mit fortgerissen und durch neue kalte Luft ersetzt. Bei den im Wasser lebenden Säugethieren, die das Wasser niemals verlassen, bei den Cetaceen, ist dieses Schutzmittel nicht angewendet, es kann auch dasselbe, wenn die Zwischenräume zwischen den Haaren mit Wasser erfüllt sind, nicht so wirksam sein, als wenn Luft zwischen ihnen festgehalten wird.

Der Nutzen der Haare ist bei den Cetaceen durch die viel dickere Decke einer flächenförmig ausgebreiteten, gefäss- und nervenlosen Hornsubstanz ersetzt, deren abgestorbener Theil die Oberhaut, deren lebender *Rete Malpighi*, das Schleimnetz, heisst. Diese Lage von Hornsubstanz, welche gleichfalls ein sehr schlechter Wärmeleiter ist, gewährt den Vortheil, das Wasser nicht zwischen ihre Theile eindringen zu lassen. *Rapp**) hat hierüber in seinem trefflichen Werke über die Cetaceen Folgendes zusammengestellt: Es wird als eine Eigenthümlichkeit der ächten Cetaceen angesehen, dass bei ihnen die Haut unbehaart ist. Bei keinem Thiere hat das Malpighi'sche Netz eine solche Dicke wie bei dem Wallfische; *Rapp* fand diese Schicht 8 bis 9 Linien dick. Beim Delphin erreicht sie die Dicke einer Linie, beim Narwall

*) *Wilhelm Rapp*: Die Cetaceen, zoologisch-anatomisch dargestellt. Stuttgart 1837. 8. p. 110.

Digitized by Google

nach *Scoresby* die Dicke von $^3/_{10}$ bis $^3/_8$ Zoll. Die Oberhaut der Cetaceen ist glatt, beim Wallfisch hat sie die Dicke eines dicken Papiers. Beim Duyong ist die Oberfläche des Körpers mit Ausnahme der vorderen Extremitäten und der Schwanzflosse mit zerstreut stehenden kurzen Borsten besetzt. Bei Rytina wird nach *Steller**) die Oberhaut sammt dem Malpighi'schen Schleimnetz durch eine zolldicke Schicht gebildet, welche so hart ist, dass sie kaum durch eine Axt durchgehauen werden kann und mehr der Rinde einer alten Eiche als einer Thierhaut gleicht. Diese Schicht besteht aus Röhren nach Art des spanischen Rohrs, welche senkrecht auf der Lederhaut sitzen.

Auch dem Menschen gewährt die Oberhaut nebst ihrem Schleimnetze einen Schutz gegen die Kälte, der nicht allzugering anzuschlagen ist. Frostschäden, d. h. Entzündungen der Haut zufolge der nachtheiligen Einwirkung der Kälte, entstehen da sehr leicht, wo die Oberhaut durch zu starkes Abreiben beim Abtrocknen oder aus andern Ursachen dünn geworden ist.

Bei den Seehunden, welche aus dem Wasser steigen und einen Theil ihres Lebens in der Luft zubringen, ist das Rete Malpighi nicht dick, wohl aber die Behaarung sehr dicht und über den ganzen Körper, sogar über die Schwimmhäute continuirlich ausgebreitet; die Haare sind breit und zugespitzt. Die Oberhaut ist sehr fest und erweicht im Wasser nicht. Denn wenn man die Haut des Seehundes lange genug im Wasser faulen lässt, so lässt sich, wie ich gefunden habe, die Oberhaut so abziehen, dass die Haare mit ihr fest verbunden bleiben. Es ziehen sich nämlich die Fortsetzungen der Oberhaut, welche die Haarbälge bilden helfen, aus der Lederhaut heraus, und die Oberhaut gewährt dann das merkwürdige Ansehn, dass sie sowohl auf ihrer inneren als auf der äusseren Seite einen dichten, farbigen, glänzenden Pelz trägt. Der erstere besteht aus den schräg und ungemein dicht neben einander liegenden Haarbälgen, durch welche die darinsteckenden Haare durchschimmern und eine Länge von 1 Paris. Linie oder reichlich 2^{mm} haben.

Mit Gefässen und Nerven versehene Theile der Haut, die Lederhaut und der *Panniculus adiposus*.

Die Lederhaut ist bei dem Seehunde sehr dick und sehr dicht und hart. Ihre weisse Farbe scheint anzuzeigen, dass sie

*) *Steller in N. Comment. acad. Petropol.* 1754 p. 296.

nicht sehr blutreich ist. Es dringen in sie nur sehr dünne Blutgefässe ein. Dieselben laufen nach der Oberfläche zu. Es scheint daher das Blut auf sehr kurzen, engen, Wegen nach dem Orte seiner Bestimmung zu fliessen und dann auf dem kürzesten Wege in das Innere des Körpers zurück zu kehren. Am Rücken beträgt ihre Dicke 6,5^{mm}, auf der Nase, wo sie sehr dünn ist, 2^{mm}. Noch viel dicker scheint die Lederhaut bei wallfischartigen Thieren zu sein. Beim Duyong ist sie, wie *Rapp* nach *Rüppel* anführt, auf dem Rücken 9 Linien, am Bauche halb so dick.

Eine den Seehund, vor den meisten Säugethieren auszeichnende Einrichtung ist es, dass das Fett in einer sehr mächtigen und über den ganzen Körper continuirlich ausgebreiteten Lage unter der Haut concentrirt ist, dagegen an den meisten Theilen des übrigen Körpers fehlt, auch an den Theilen, wo es bei andern Säugethieren in grosser Menge vorhanden zu sein pflegt, namentlich zwischen den Muskeln, in den Achselhöhlen, an den Nieren, im Netz, Gekröse und in der Nähe der grossen Blutgefässstämme. Nur in den Augenhöhlen, wo es besondere Verrichtungen hat, kommt es auch beim Seehunde in ansehnlicher Menge vor. Diese Fettlage war im October bei dem von mir untersuchten Seehunde, der sich in der Gefangenschaft nicht unter günstigen Verhältnissen für die Ernährung befunden hatte, da, wo sie sehr dick war, 11^{mm} dick, auf der Nase, wo das Fett bei den Menschen und bei manchen Säugethieren fehlt, war sie 7^{mm} dick. Auch an der Hirnschale und auf den Schwimmhäuten fehlte sie nicht. Da sie nun also über den ganzen Körper geht, so mag sie sehr geeignet sein, die Wärme zurückzuhalten und die Kälte nicht eindringen zu lassen.

Diese Vermuthung bestätigt sich dadurch, dass, wie *Rapp**) gezeigt hat, alle Säugethiere, welche im Wasser leben, eine dicke Schicht Fett unter der Haut haben, während sich bei ihnen im Innern des Körpers, in der Bauchhöhle, um die Nieren herum und im grossen Netz kein Fett findet. Er führt in dieser Hinsicht die fleischfressenden Cetaceen, die meisten Seehunde und den Biber an. Es scheint so, als sei das Fett in andern Theilen gespart und zu dem Zwecke, um Schutz gegen die Kälte zu gewähren, unter der Haut concentrirt. Bei Balaenoptera fehlt das

*) *W. Rapp*: Die Cetaceen, zoologisch und anatomisch dargestellt. Stuttgart 1837. 8. p. 113.

Digitized by Google

Fett, wie er anführt, an der unteren Seite des Körpers, an der die Haut in regelmässige Längenfalten gelegt ist.

Unter gewissen Umständen scheint sich indessen dieses Fett sehr vermindern zu können, denn ich fand bei einem sehr jungen, in der Gefangenschaft gestorbenen und vorher kranken Seehunde im October nur sehr wenig Fett unter der Haut, und auch bei dem grossen von mir zergliederten Seehunde befand sich unter der Fettlage eine mächtige Lage von fettlosem Bindegewebe, von der sogleich mehr angeführt werden soll. Nimmt das Fett im Sommer ab und im Winter zu, wie die Dichtigkeit der Behaarung bei vielen Säugethieren, und ist die Fettlage bei den in der heissen Zone lebenden Seehunden und Cetaceen geringer als bei den in nördlichen Meeren vorkommenden? Wird vielleicht die innerste Lage des *Panniculus adiposus* resorbirt und bleibt daselbst eine fettlose Bindegewebschicht übrig?

Die erwähnte mächtige Lage von fettlosem und gefässreichem Bindegewebe bestand aus langen Bindegewebsbündeln, welche sich vielfach durchkreuzten und netzförmig unter einander zusammenhingen. Sie umgab continuirlich den grössten Theil des Körpers und mass, wo sie vorzüglich dick war, 8^{mm}. Die Lederhaut, die Fettlage und die Bindegewebschicht hatten an manchen Theilen zusammengenommen eine Dicke von 25^{mm}. Die Haut war sammt der Fettlage und einem Theile der Bindegewebschicht 8450 Gramm schwer und ihr Gewicht betrug also beinahe $^1/_5$ des Körpergewichts. Auf der Nase scheint unter der Fettlage die Bindegeweblage immer zu fehlen. Es folgt daselbst unmittelbar der Hautmuskel.

Einrichtungen im Körper des Seehunds, welche eine reichlichere Entwickelung von Wärme zu begünstigen und dadurch einen Schutz gegen die Kälte zu gewähren scheinen.

Der Seehund zeichnet sich dadurch aus, 1) dass seine Lungen ein ansehnliches Gewicht haben und sehr viel Luft aufnehmen können, und dass auch der Mechanismus des Athemholens bei ihm sehr ausgebildet ist, 2) dass bei ihm ein grosser Reichthum an Blut bemerklich ist, 3) dass der Darmcanal, welcher sonst bei fleischfressenden Thieren kurz zu sein pflegt, ausserordentlich lang und die Leber und die Nieren im Verhältniss zum Körpergewichte sehr schwer sind.

Digitized by Google

Grösse des Thorax und Mechanismus der Bewegung der Rippen und des Brustbeins.

Die Brusthöhle des von mir untersuchten Seehunds war sehr lang. Ihre Länge vom Köpfchen der ersten Rippe bis zur Befestigung des Zwerchfells an der Wirbelsäule betrug 470^{mm} oder 17 Zoll 4 Lin. P. M. Es waren 10 wahre und 5 falsche Rippen vorhanden, und die Zwischenräume zwischen ihnen waren sehr gross. Die Entfernung des Gelenks der ersten Rippe bis zu dem der letzten wahren, 10ten, Rippe am Brustbeine betrug 270^{mm}.

Die wahren Rippen können zweierlei Bewegungen ausführen, denn erstens können sie durch das Brustbein in Bewegung gesetzt werden. Das Brustbein ist nämlich sehr beweglich und kann also um ein beträchtliches Stück dem Kopfe genähert und hierauf wieder vom Kopfe entfernt werden. Hierbei müssen ihm die an ihm eingelenkten wahren Rippen folgen und die Bewegung des Brustbeins mit machen. Es drehen sich dann die Rippen um ihre hinteren Enden, um die Capitula. Das vorderste Stück des Brustbeins hat einen langen, am Halse emporragenden Fortsatz, an welchem es wie an einer Handhabe von den Muskeln angefasst wird, die das Brustbein in der Richtung gegen den Kopf ziehen. Wenn man an dem frischen Skelete, an welchem die Bänder noch beugsam sind, das Brustbein gegen den Kopf zieht, so folgen nicht nur die vorderen Theile der Rippen der Bewegung des Brustbeins, sondern die wahren Rippen führen auch zugleich in einem gewissen Grade die 2te Bewegung aus, deren sie fähig sind, sie drehen sich auch in einigem Grade um ihr hinteres und vorderes Ende, wobei sich der vorher herabhängende Bogen jeder Rippe vorwärts, gegen den Kopf hin, bewegt und dadurch einen grösseren Raum umspannt. Den Mechanismus der Bänder, wodurch diese letztere Bewegung erfolgt, habe ich nicht näher untersucht.

Zweitens können die Rippen des Seehunds durch ihre Muskeln unmittelbar so in Bewegung gesetzt werden, dass sich jeder Rippenbogen an den beiden an der Wirbelsäule und am Brustbeine eingelenkten Enden desselben dreht. Diese Bewegung der Rippen ist bei dem Seehunde in hohem Grade ausgebildet. Bei dem Menschen können die Rippenbogen nur mit einiger Gewalt so bewegt werden. Denn ihre an dem Brustbeine

Digitized by Google

eingelenkten Knorpelenden haben keine vollkommenen Gelenke. Vielmehr erleiden sie daselbst bei der Erhebung eine Torsion und nehmen, wenn die Muskeln nicht mehr wirken, durch ihre Elasticität ihre vorige Lage wieder an. Sie federn also. Die wahren Rippen des frischen Seehundskelets federn dagegen nicht in einem in Betracht kommenden Grade, sondern lassen sich sehr leicht in die Lage der Inspiration versetzen und in derselben erhalten. Die Rippenknorpel der wahren Rippen sind verknöchert und durch wahre, sehr bewegliche Gelenke am Brustbeine eingelenkt. Diese vorderen Rippenstücke sind durch Symphysen mit den hinteren Rippenstücken verbunden.

Das Brustbein besteht aus 9 Stücken, aus dem *Manubrium*, aus 7 Stücken des Körpers und aus dem *Processus xiphoideus*. Die erste Rippe ist am *Manubrium*, die letzte wahre Rippe ist am *Processus xiphoideus*, die 8 mittleren Rippen aber sind immer da eingelenkt, wo 2 Brustbeinstücke durch einen Zwischenknorpel beweglich verbunden sind. Am beweglichsten ist das Gelenk, durch das das *Manubrium Sterni* mit dem ersten Knochenstück des *Corpus Sterni* verbunden ist. Es gestattet dasselbe sogar, dass sich die verbundenen Brustbeinstücke um die Längenaxe des Brustbeins drehen können.

Die 5 falschen Rippen bilden bei dem Seehunde einen ganz andern Respirationsmechanismus als die wahren Rippen. Die 4 untersten Rippen jeder Seite sind durch ihr Capitulum nur an den Wirbelkörpern und nicht durch ein *Tuberculum* zugleich an den Querfortsätzen eingelenkt, denn mit diesen kommen sie gar nicht in Berührung. Ihre vorderen Knorpelspitzen sind ganz frei und also, wie sich von selbst versteht, nicht mit dem Brustbeine und nicht einmal mit der vorhergehenden Rippe durch Knorpel oder Bänder verbunden. Bei den wahren Rippen gleitet das *Tuberculum* derselben an der Gelenkfläche des Querfortsatzes hin und her und wird durch den Querfortsatz, gegen den es sich stemmt, gehindert, sich den Stachelfortsätzen zu nähern. Hierdurch sind die wahren Rippen genöthigt die Bewegung auszuführen, durch die sich der mittlere Theil des Rippenbogens dem vorhergehenden nähert und sich die Rippe an ihrem hintern und vordern Ende dreht. Hierbei bewegt sich der mittlere Theil jeder Rippe am stärksten und führt die Bewegung aus, die man beim Menschen die Erhebung der Rippen nennt. Die 4 untersten falschen Rippenpaare dagegen lehnen sich nicht an die Querfortsätze an und können sich so um ihr Capitulum be-

Digitized by Google

wegen, dass die Rippen, die zu einem Paare gehören, in querer Richtung und also nach rechts und links aus einander weichen, wobei der Zwischenraum zwischen den vorderen Enden derselben sichtbar viel grösser wird. Mit dieser Bewegung kann vielleicht auch zugleich eine Hebung verbunden sein. Die 11te Rippe jeder Seite bildet hinsichtlich ihres Bewegungsmechanismus den Uebergang von den wahren Rippen zu den falschen. Sie ist vorn durch ein Band mit der 10ten Rippe verbunden und hinten mit ihrem *Tuberculum* an dem Querfortsatze angestemmt und eingelenkt.

Die grosse Beweglichkeit der Rippen und des Brustbeins des Seehunds und die Einrichtung, dass die Rippen leicht in ihrer erhobenen Lage erhalten werden können, weil sie nicht federn und also nicht mit beträchtlicher Kraft in die Lage der Exspiration zurückzukehren streben, hat wahrscheinlich den Nutzen, dass die Rippen wenn der Seehund schwimmt fortwährend erhoben gehalten werden, und dass also der Thorax nicht in den Zustand einer vollkommenen Exspiration übergeht, sondern sich fortwährend in einem gewissen Grade der Inspiration befindet, der beim Einathmen und Ausathmen zunimmt und abnimmt. Hierdurch scheint bewirkt zu werden, dass die Lungen auch während der Exspiration von einer viel grösseren Menge Luft ausgedehnt sind, als das bei dem Menschen der Fall ist. Dadurch erhält unstreitig der Seehund die zum Schwimmen nöthige specifische Leichtigkeit, die er nach Bedürfniss abändern kann, jenachdem er tauchen oder einen grössern Theil des Körpers aus dem Wasser herausragen lassen will. Die Lunge leistet ihm dadurch, dass sie immer sehr ausgedehnt ist, die Dienste einer Schwimmblase und zugleich eines sehr vollkommenen Athmungsorgans, wodurch eine sehr reichliche Oxygenation des Bluts bewirkt und die Entwickelung einer grossen Wärme möglich gemacht wird.

Grösse der Lungen und Menge der Luft die sie aufnehmen können.

Das Gewicht beider Lungen des Seehunds, wenn die Blutgefässe und der Luftröhrenast bei dem Eintritte in jede Lunge abgeschnitten worden und Blut dabei ausgelaufen war, betrug zusammengenommen 1259 Gramme oder reichlich $2^1/_2$ Zollvereinspfunde (1000 Gramme = 2 Zollvereinspfunden). Die rechte Lunge wog nämlich 637, die linke $622^1/_2$ Gramme. Das absolute

Digitized by Google

Gewicht der Lunge verhielt sich daher zum Körpergewichte des Seehunds wie 1 : 34,6, d. h. ihr Gewicht betrug 0,0289 p. C. des Körpergewichts.

Um die Menge von Luft, so gut ich konnte, zu bestimmen, welche die Lungen des todten Seehunds fassen konnten, wenn sie so sehr ausgedehnt waren, als es der unverletzte Thorax gestattete, bediente ich mich der in der Anmerkung*) auseinander-

---

*) Ich band einen Hahn in die Luftröhre ein und blies in die Lungen bei unverletzter Brust- und Bauchhöhle so viel Luft ein, als ich durch wiederholtes Ausathmen einblasen konnte, und schloss dann den Hahn. Diesen Hahn setzte ich nun durch eine Kautschukröhre mit der Röhre eines Spirometers (eines Gasometers, dessen eingetauchtes Gefäss äquilibirt ist) in Verbindung. Als ich nun den Hahn öffnete, athmete der Seehund, ohne gedrückt zu werden, durch die Elasticität seines Thorax, seines Bauchs und seiner Lungen 5170 Cubikcentimeter Luft in das Spirometer aus. Hierauf machte ich 2 Oeffnungen, die durch die Intercostalmuskeln und die Pleura in beide Pleurasäcke führten. Nun wurde der grösste Theil der Luft aus den Lungen ausgetrieben, der noch in den Lungen enthalten war, nämlich diejenige Luft, welche die Lungen durch ihre Elasticität austreiben, wenn sie nicht mehr durch ihre Lage in dem verschlossenen luftleeren Raume der Pleura daran gehindert sind, sich durch ihre Elasticität möglichst vollkommen zusammenzuziehen. Sie betrug 1100 Cubikcentimeter. In den Lungen blieben nun noch ungefähr 511½ Cubikcentimeter Luft, welche auch dann nicht durch die Elasticität ausgetrieben wurden, wenn die Lungen sich völlig ungehindert zusammenziehen konnten.

Diese letzte Quantität wurde so ausgemittelt. Die Substanz der Lungen, wenn gar keine Luft in ihnen enthalten ist, hat ein specifisches Gewicht, welches nur sehr wenig grösser ist als das des Wassers, denn die Lungen des Fötus, der noch nicht geathmet und daher noch keine Luft in die Lungen aufgenommen hat, sinken nur langsam zu Boden, wenn sie in Wasser gethan werden. Vernachlässigt man diese kleine Verschiedenheit des specifischen Gewichts des Wassers und der luftfreien Lungen und nimmt also an, dass 1 Gramm Lungensubstanz eben soviel Raum einnimmt als 1 Gramm Wasser, d. h. 1 Cubikcentimeter, so braucht man, um die in ihnen enthaltene Menge Luft zu bestimmen, nur zu beobachten, wie viel Wasser die (Luft enthaltenden) Lungen aus dem Wege drängen, wenn sie unter Wasser untergetaucht werden. Zu diesem Zwecke nahm ich daher ein bis zum Rande mit Wasser gefülltes Glasgefäss und tauchte die Lungen, deren Luftröhre verschlossen worden war, langsam unter die Oberfläche. Es ergab sich hierbei, dass die 1259 Gramme wiegenden Lungen des Seehunds (deren Luftröhrenzweig vor dem Untertauchen verschlossen worden war) nicht 1259 Gramme Wasser verdrängten, wie der Fall gewesen sein würde, wenn sie keine Luft enthalten hätten, sondern 1771½ Gramm, also 511½ Gramme Wasser mehr. Da nun 1 Gramme reines Wasser den Raum von 1 Cubikcentimeter einnimmt, so war der Umfang der Lungen ungefähr um 511½ Cubikcentimeter grösser, als er gewesen sein würde, wenn die Lungen keine

Digitized by Google

gesetzten Methode, die ich, um einigermassen eine Vergleichung zu machen, auch bei dem Leichname eines Selbstmörders anwendete. Ich erhielt dabei folgende Resultate:

Bei dem Seehunde betrug das Körpergewicht (oder 86 + 1/9 Zollvereinspfunde),	43110	Gramme
das Gewicht beider Lungen	1259	,,
Sie enthielten, wenn sie im unverletzten Thorax aufgeblasen worden waren, Luft .	6781	Cubikc.
Davon athmeten die Lungen durch ihre Elasticität bei verschlossener Pleura aus . .	5170	,,
und nachdem hierauf die Pleurasäcke geöffnet worden, noch	1100	,,
Es blieb nun noch Luft in ihnen, die sie nicht ausathmeten	511½	,,

Bei einem wohlgebildeten, durch Selbstmord umgekommenen, ungefähr 40 Jahre alten, 171,5 Centimeter langen Manne, dessen Lungen gesund waren, wenn man davon absieht, dass die linke Lunge mit der *Pleura costalis* in einer beträchtlichen Strecke verwachsen war, betrug das

---

Luft enthalten hätten. Die Lungen enthielten also etwas mehr als 511½ Cubikcentimeter Luft, nämlich etwas mehr, weil die Luft etwas comprimirt wurde, wenn man die Lungen unter Wasser untertauchte.

Derselbe Versuch wurde nun auch bei dem oben bezeichneten Manne angestellt und gab die mitgetheilten Resultate. Die hier angewendete Methode lässt sich noch vervollkommnen, wenn nicht der Beobachter selbst die Lungen vollbläst, sondern wenn er sie mittelst eines Gasometers, den er zum Exspirator einrichtet, mit Luft füllt.

Die angegebene Methode, zu bestimmen, wie viel Luft die Lungen fassen und ausathmen können, kann nicht bloss benutzt werden, um verschiedene Thiere in dieser Hinsicht unter einander zu vergleichen, sondern sie kann auch in manchen Fällen über den Zustand kranker Lungen bei pathologischen Sectionen Aufschluss geben. In Beziehung auf den Mechanismus des Ausathmens beweisen die mitgetheilten Beobachtungen, dass das Ausathmen schon ganz allein durch die Elasticität der Lungen so vollkommen geschieht, dass keine unterstützende Kraft der lebendigen Muskeln dazu erforderlich ist. Sobald die Lungen durch den verschlossenen Thorax nicht daran gehindert werden, athmen sie so vollkommen aus, als es bei der stärksten Mitwirkung der Muskeln im Leben nie geschieht. Daraus erhellt, dass es bei Belebungsversuchen ausreicht, die Nase des zu Belebenden zuzuhalten und durch den Mund mit mässiger Kraft Luft einzublasen. Es ist völlig unnöthig, die eingeblasene Luft durch Drücken auf den Unterleib oder auf den Thorax oder durch eine Saugpumpe wieder entfernen zu wollen. Die Elasticität der Lungen und des Thorax treibt sie schon von selbst aus.

Digitized by Google

Körpergewicht	64750 Gramme
(d. h. 129 Zollvereinspfunde)	
das Gewicht beider Lungen	1288 ,,
(d. h. ungefähr $^1/_{49}$ des Körpergewichts)	
Die Lungen enthielten im aufgeblasenen Zustande im unverletzten Thorax . . .	6879 Cubikc.
Davon athmeten die Lungen durch ihre Elasticität bei verschlossener Pleura aus .	3620 ,,
und nachdem hierauf die Pleurasäcke geöffnet worden	1830 ,,
Es blieb nun noch Luft in ihnen, die sie nicht ausathmeten	1429 ,,

Vergleicht man die bei dem Menschen und bei dem Seehunde gemachten Beobachtungen, so ergiebt sich:

1) DasKörpergewicht des Menschen war um $^1/_3$ grösser als das des Seehunds.

2) Dessen ungeachtet war das Gewicht der Lungen bei beiden nahe dasselbe und also bei dem Seehunde verhältnissmässig um $^1/_3$ grösser.

3) Die Lungen enthielten auch nach dem Einblasen bei beiden ziemlich dieselbe Menge Luft.

4) Bei beiden hatten die Lungen durch die Luft beinahe eine gleichgrosse Ausdehnung erlangt, denn wenn das Volum der luftleeren Lunge 1 ist, so war das der lufterfüllten Lunge bei dem Menschen 5,3 und bei dem Seehunde 5,4.

5) Aber die Lungen des Seehunds zogen sich durch ihre Elasticität vielmehr zusammen als die des Menschen; denn in den Lungen des Seehunds blieben nur 511 Cubikcentimeter Luft, die nicht durch die elastische Zusammenziehung der Lungen ausgetrieben wurden, bei dem Menschen dagegen betrug die Quantität dieser Luft viel mehr, nämlich 1429 Cubikcentimeter.

6) Auch der Thorax des Seehunds gestattete den Lungen, dass sie vermöge ihrer Elasticität viel vollkommener ausathmen konnten, als das bei dem Menschen der Fall war, denn die Lungen des Seehunds athmeten bei unverletztem Thorax 5170 Cubikcentimeter Luft aus, während die des Menschen bei unverletztem Thorax nur 3620 Cubikcentimeter ausathmeten. Der Thorax des Seehunds war also einer grösseren Verengung fähig.

Obgleich nun diese Beobachtungen eine Vergleichung der

Digitized by Google

Athmungsorgane des Seehunds und des Menschen hinsichtlich der Menge Luft, die in die Lungen eingeblasen werden kann, gestatten, so darf man doch nicht annehmen, dass der Seehund oder der Mensch während des Lebens beim tiefsten Einathmen wirklich eben so viel Luft in ihre Lungen aufnehmen können, als hier, wo nach dem Tode in die Lungen Luft eingeblasen wurde; denn die von mir eingeblasene Luft befand sich in einem zusammengedrückten Zustande, was beim Einathmen im Leben nicht der Fall ist. Sehr gross wird indessen der Fehler nicht sein, denn als ich und zwei Freunde nach einem möglichst tiefen Einathmen so vollkommen, als wir konnten, auszuathmen suchten, so athmete einer von uns noch mehr Luft als der Leichnam in den Spirometer aus.

Personen.	Körpergewicht in Grammen,	Körperlänge in Centimeter.	Menge der ausgeathmeten Luft.
Ich selbst	68500	169,8	3310 Cubikcent.
A.	51030	167,3	3360 ,,
B.	55836	166,2	4290 ,,

Reichthum an Blut.

Der Reichthum an Blut lässt sich nicht einmal bei einem lebenden Thiere genau messen und bei verschiedenen Thieren vergleichen. Man kann nur mit Sicherheit bestimmen, wie viel Blut beim Schlachten ausfliesst, nicht aber, wie viel davon in dem Körper zurück bleibt.

Bei Thieren, die eines natürlichen Todes, ohne dass eine Verblutung stattfand, gestorben sind, schliesst man auf Blutreichthum, wenn alle gefässreichen Theile sehr blutig aussehen und wenn sie zerschnitten viel Blut ausfliessen lassen, ferner wenn das Herz und die grossen Blutgefässstämme sehr gross sind. In allen diesen Rücksichten nahm man an dem Seehunde einen ausserordentlichen Blutreichthum wahr.

Die Muskeln desselben waren intensiv dunkelroth und beim Zerschneiden drang aus ihnen das Blut in grosser Menge hervor, so dass sie durch und durch ganz blutig aussahen. Ebenso verhielt sich's mit der Leber, den Lungen und den Nieren. Diese Theile scheinen bei dem Menschen viel ärmer an Blut zu sein.

In Erstaunen setzte mich der ausserordentlich grosse Durchmesser der *Vena cava inferior* und vieler Zweige derselben und die überaus grosse Dehnbarkeit der Wände dieser Venen. In der Gegend, wo die Nierenvenen in sie einmünden, mass sie,

Digitized by Google

wenn ihre Wände platt an einander lagen, in der Quere $52\frac{1}{2}^{mm}$ und also in der Peripherie im unausgedehnten Zustande 106^{mm} und im Durchmesser ungefähr 35^{mm} oder 15,5 Linien. Wenn sie aber mit Blut erfüllt ist, ist ihr Durchmesser viel grösser, denn ich konnte, ohne Gewalt anzuwenden, gleichzeitig vier Finger in sie einbringen. Am Zwerchfelle ist der Durchmesser der *Vena cava* noch viel grösser. Die Nierenvene von der rechten Niere war ein weiter Sack und in die grösseren Lebervenen kann man, ohne Gewalt anzuwenden, gleichzeitig vier Finger einbringen. Auch andere Aeste der *Vena cava inferior* sind sehr weit. Die *Vena cava superior* hatte keinen so ausserordentlichen Umfang.

Was die Ursache dieses grossen Umfangs vieler Venen anlangt, so möchte ich ihn nicht bloss für die Wirkung einer mechanischen Störung ansehen, die der Kreislauf des Blutes sehr oft durch das Tauchen erlitte. Denn wäre dieses die Ursache, so würden die *Vena cava superior* und ihre Aeste gleichfalls sehr erweitert sein. Uebrigens fand ich auch das *Foramen ovale* und den *Ductus arteriosus Botalli* nicht offen. Ich glaube vielmehr, dass die ungeheure Weite der *Vena cava inferior* und ihrer Aeste mit dem überaus grossen Blutreichthum zusammenhängt, durch den sich der Seehund auszeichnet. Dieser Reichthum an Blut macht Behälter nothwendig, wo sich das Blut anhäufen kann, und diese Behälter befinden sich da im Körper angebracht, wo das Blut vor Abkühlung gesichert ist. Dieses ist in der Bauchhöhle weit mehr der Fall als in der Brusthöhle, wo die Organe durch die eingeathmete kalte Luft abgekühlt werden. Mit dem grossen Reichthume an Blut hängt wohl auch das ansehnliche Gewicht des Herzens zusammen, denn eine grosse zu bewegende Masse bedarf einer grossen bewegenden Kraft.

Das Gewicht des Herzens ist im Verhältnisse zum Körpergewichte beim Seehunde sehr gross.

Das Herz, an welchem die Blutgefässe unmittelbar da, wo sie mit dem Herzen zusammenhängen, abgeschnitten worden waren, und von welchem der freie Theil des Herzbeutels entfernt worden war, wog 394 Gramme, während das ganze Thier 43110. Das Herz machte also nahe den 109ten oder 110ten Theil des Körpergewichts aus und verhielt sich also wie 1 : 109 oder 110.

Nach Haller *(Opera min. T. III, p. 199)* verhält sich das Gewicht des menschlichen Herzens zum Körpergewichte des

Digitized by Google

Menschen wie 1 : 160. Bei dem oben erwähnten Manne, dessen Körpergewicht 64750 Gramme betrug, wog das blutleere Herz ohne Herzbeutel nur 350, und machte also nur $^1/_{185}$ vom Gewichte des Körpers aus. Man wird daher nicht übertreiben, wenn man annimmt, dass das Herz bei dem untersuchten Seehunde im Vergleiche mit dem Körpergewichte ungefähr um $^1/_3$ grösser ist als beim Menschen.

Bei den Fischen verhält es sich nach den Wägungen von Tiedemann im Mittel wie 1 : 496.

Bei warmblütigen Thieren ist das Herz grösser als bei kaltblütigen, unstreitig weil bei ihnen die Menge des zu bewegenden Bluts und das Hinderniss in den sehr engen Haargefässen grösser ist. Da nun die Menge des Bluts allen Anzeigen nach bei dem Seehunde sehr gross ist, so ist nicht zu verwundern, dass die Grösse des Pumpwerks damit im Verhältniss steht. Bei den Fischen scheint das Gewicht des Herzens besonders gering zu sein, weil sie wenig Blut und ziemlich weite Haargefässe haben, weil bei ihnen nicht zwei Pumpwerke zur Bewegung des Bluts vorhanden sind, sondern nur eins, und weil sie sich stets im Wasser befinden und nur die einförmige Bewegung des Schwimmens ausführen. In der That erleiden schwimmende Thiere einen sehr gleichmässigen, nicht einseitigen, die Bewegung des Bluts nicht störenden Druck von Seiten des sie umgebenden Wassers. Bei den ausser dem Wasser lebenden Thieren dagegen bringt der einseitige Druck, den die mit harten Körpern in Berührung kommenden Glieder vermöge ihrer Schwere erleiden, ferner der Druck, den einzelne Partien der Muskeln bald hier bald da, beim Stehen, Gehen, Laufen, Klettern und Graben, durch ihre Verkürzung und ihr Dickerwerden hervorbringen, Störungen in der Bewegung des Bluts hervor, die durch zahlreichere Klappen in den Venen und Lymphgefässen und durch ein grösseres Herz wieder beseitigt zu werden scheinen.

Es wurde ein Stück des Stammes der Lungenarterie und der Aorta dicht am Herzen abgeschnitten, der Länge nach aufgeschnitten und gemessen, um die Grösse der Peripherie zu bestimmen und zu vergleichen. Die Peripherie betrug bei der Lungenarterie 105^{mm}, bei der Aorta nur 78^{mm}. In einiger Entfernung vom Herzen erweiterte sich aber der Bogen der Aorta beträchtlich. Da, wo er am weitesten war, betrug seine Peripherie im unausgedehnten Zustande 104^{mm}.

Digitized by Google

Blut bereitende Organe.

Mit der grossen Menge Blut, mit der Vollkommenheit der Athmungsorgane die der Menge der zu entwickelnden Wärme entsprechen, steht unstreitig auch die Grösse der Verdauungsorgane im Verhältniss, die den verbrennlichen festen Nahrungsstoff zu bereiten. Zwar ist bei den Seehunden, wie bei den meisten fleischfressenden Thieren, der Magen einfach und der Blinddarm und der ganze Dickdarm äusserst kurz, aber der Dünndarm ist ausserordentlich lang, während er doch in der Regel bei fleischfressenden Thieren kurz ist. Der ganze Speisecanal war bei dem untersuchten Seehunde 19 Mal so lang als die Länge des Körpers vom Scheitel bis zur Kreuzbeinspitze, und der Dünndarm allein ist 17½Mal so lang, während der ganze Dickdarm noch nicht 2Mal die Länge des Magens hat, wie sich aus folgenden Messungen ergiebt. Es betrug die Länge:

des Pharynx	90^{mm}
der Speiseröhre	561^{mm}
des Magens	495^{mm}
des Dünndarms	20560^{mm}
des Dickdarms	768^{mm}

Das Gewicht der Leber ist bei dem Seehunde sehr gross, denn die Leber wog 2118 Gramme und verhielt sich also zum Gewichte des übrigen Körpers noch nicht ganz wie 1 zu 20, nämlich wie 1 : 19,8, während sich ihr Gewicht bei dem erwachsenen Menschen zum Gewichte des übrigen Körpers ungefähr wie 1 : 29 verhält. Dieses relative Gewicht der Leber ist also bei dem Seehunde ungefähr um ⅓ grösser als bei dem Menschen. Der Gallengang und seine Leberäste sind zum Erstaunen gross. Der *Ductus choledochus* mündet mit einem abgerundeten Ende in das *Duodenum* ein, welches, wenn die Wände platt auf einander liegen, 20^{mm} in der Quere misst, so dass also die Peripherie des Gangs an dieser Stelle im unausgedehnten Zustande 40^{mm} beträgt. Die Oeffnung des Gallengangs im *Duodenum* hat 3½ bis 4^{mm} im Durchmesser. Dächte man sich dieses Ende erfüllt, ohne dass die Wände zugleich gedehnt wären, so würde der Durchmesser der Röhre nahe 13,3^{mm} betragen. Der Stamm des *Ductus choledochus* ist auch gross, aber beträchtlich dünner als sein beschriebenes Ende. Manche Aeste des Lebergangs, die zu den einzelnen Lappen der in viele sehr abgesonderte Lappen getheilten

Digitized by Google

Leber gehen, sind aber absolut grösser als der sehr grosse *Ductus choledochus*. Ein solcher Ast, der zu einem Leberlappen ging, der nicht zu den grössten gehörte, hatte schwach aufgeblasen einen Durchmesser von 12^{mm}. Dagegen ist die Gallenblase nicht sehr gross, sondern ungefähr wie bei dem Menschen, der *Ductus cysticus* aber sehr weit und kurz.

Es ist schon oben erwähnt worden, dass auch die Lebervenen von einem Erstaunen erregenden Durchmesser und sehr ausdehnbar sind. In die grossen kann man, ohne Gewalt anzuwenden, gleichzeitig neben einander vier Finger oder drei Finger einbringen, in manche zwei Finger. Sie münden sich in die ungeheuer weite *Vena cava inferior*. Der Durchmesser des Stammes der *Vena portae* ist auch viel grösser als bei dem Menschen, aber doch viel kleiner als der Durchmesser der Lebervenenäste. Ich konnte, ohne Gewalt anzuwenden, in den Stamm meinen Daumen einbringen. Um gleichzeitig den 2ten und 3ten Finger einzubringen, musste ich ihn beträchtlich ausdehnen.

Das Pankreas und sein Gang ist nicht gross. Es wog 140 Gramme, und der Ausführungsgang mass, wenn die Wände platt auf einander lagen, 5^{mm}. Es ist dieses nicht zu verwundern, da diese Drüse bei fleischfressenden Thieren klein zu sein pflegt. Der Ausführungsgang mündet mit dem *Ductus choledochus* an der Wand des Zwölffingerdarms zusammen und ergiesst seinen Saft durch die nämliche Oeffnung in den Darm. Ungeachtet diese Oeffnung so sehr gross ist, so dringt doch die Luft, womit man den Zwölffingerdarm aufbläst, nicht in den Gallengang und in den pankreatischen Gang ein; setzt man aber ein Röhrchen in die Oeffnung ein, so bläst man zugleich den Gallengang und den pankreatischen Gang auf. Es ist keine Klappe vorhanden, um das Eindringen von Flüssigkeiten aus dem Darme in diese Gänge zu verhüten. Dieser Zweck ist vielmehr dadurch erreicht, dass der *Ductus choledochus* in sehr schiefer Richtung durch die Wand des Zwölffingerdarms hindurchgeht.

Der Magen ist einfach; der Cardiatheil und der Pylorustheil vereinigen sich unter einem Winkel.

Der Blinddarm ist sehr klein. Von seinem Ende bis dahin, wo das Ileum eingetreten ist (und also die Eintrittsstelle des Ileum mitgerechnet), mass er nur 68^{mm}.

Dass die Nieren sehr viel wiegen würden, war bei einem Thiere, das so sehr muskulös ist und von stickstoffreicher Nahrung, von Fischen lebt, zu erwarten. Sie wogen beide zusam-

Digitized by Google

men 414 Gr. und machten also den $^1/_{104}$ten Theil des Körpergewichts aus, während sie bei dem Menschen ungefähr nur den 420sten Theil des Körpergewichts bilden sollen und also nur ein halb so grosses relatives Gewicht haben. Die Abtheilungen, aus welchen die Niere besteht, waren beim Seehunde sehr zahlreich und machten die Oberfläche derselben sehr uneben. Der Ureter theilte sich in sehr zahlreiche Aeste und Aestchen. Die Venen schienen zum Theil von den Abtheilungen der Niere an die Oberfläche der Niere zu gehen und also den *hilus renalis* nicht zu passiren. Die Oberfläche der Niere war daher mit einem Netz weiter Venen bedeckt.

Die Milz wog 303 Gramme, ihr Gewicht war also reichlich $^1/_{143}$ des Körpergewichts.

Die Nebennieren wogen zusammen 14 Gramme.

Gehirn.

Das ganze Gehirn sammt der *Medulla oblongata* wog 266,5 Gramme und sein Gewicht verhielt sich also zum Körpergewichte wie 1 : 162.

Das grosse Gehirn wog 208,5 Gramme, das kleine Gehirn, welches am hinteren Rande der Brücke von der *Medulla oblongata* und am vordersten Theile des *Tentorium cerebelli* von dem grossen Gehirne getrennt war, wog 51 Gramme.

Die *Medulla oblongata*, vom hinteren Rande der Brücke bis zum *Foramen occipitale magnum* reichend, wog 7 Gramme. Das Gewicht der *Medulla oblongata* verhielt sich also zu dem Gewichte des übrigen Gehirns wie 1 : 37, zu dem des grossen Gehirns wie 1 : 29, zu dem des kleinen Gehirns reichlich wie 1 : 7.

Die *Medulla oblongata* war auf ihrem Querschnitte, durch den sie an das Rückenmark grenzte, 11^{mm} von rechts nach links breit, 8,5^{mm} von oben nach unten dick. Nach *Peacock* und *Reid* verhält sich das Gewicht der *Medulla oblongata* zu dem des übrigen Gehirns beim Menschen wie 1 : 38. Indessen ist eine solche Vergleichung des Gewichts der *Medulla oblongata* mit dem Gewichte des übrigen Gehirns nicht von Werth, weil die Länge der *Medulla oblongata* bei Thieren und Menschen verschieden sein kann und es doch weit mehr auf ihre Dicke als auf ihre Länge ankommt. Es ist daher vorzuziehen, von dem obern Theile des Rückenmarks ein Stück von bestimmter Länge abzuschneiden und das Gewicht desselben mit dem Gewichte des ganzen

Digitized by Google

Gehirns, des grossen Gehirns und des kleinen Gehirns zu vergleichen, was hier nicht wohl anging.

Das Gewicht des ganzen Gehirns sammt dem der *Medulla oblongata* verhielt sich zu dem Körpergewichte wie 1 : 162 und also nahe so wie beim Hunde, wo es sich nach *Youalt* (in seiner Schrift *The veterinarian T. VIII.*) wie 1 : 160 verhält, während es bei dem Pferde wie 1 : 400 und beim Ochsen wie 1 : 860, und endlich beim Menschen wie 1 : 35 ist. Nach *Peacock**) verhält sich das Gewicht des Gehirns zum Körpergewichte bei Männern zwischen dem 25sten und 55sten Jahre wie 1 : 37,2, bei Frauen wie 1 : 33,5.

Das Skelet.

Das frische, noch feuchte Skelet mit seinen Bändern nach Entfernung der Muskeln wog ungefähr 4790 Gramme und machte also $\frac{1}{9}$ des Körpergewichts aus.

Die Wirbelsäule hatte 8 Hals–, 15 Rücken–, 5 Lenden–, 4 Kreuz– und 11 Schwanzwirbel. Sie zeichnete sich dadurch aus, dass gewisse Regionen derselben zu einer Drehung um die Längenaxe völlig unfähig waren, während andere Regionen diese Fähigkeit in hohem Grade besassen.

Der Hals, der bei dem Menschen und bei vielen Thieren der allerbeweglichste Theil der Wirbelsäule und zwar sehr beweglich in den verschiedensten Richtungen ist, ermangelt hier vom 2ten Halswirbel an gänzlich der Fähigkeit, sich um seine Längenaxe zu drehen. Diese Bewegung kann zwar der Kopf mittelst des Atlas ausführen, nicht aber sind die übrigen Halswirbel dazu befähigt und auch die zwei obersten Brustwirbel ermangeln dieser Bewegung. Die Halswirbel können nur vorwärts, rückwärts und seitwärts bewegt werden.

Dagegen ist das Stück der Wirbelsäule vom 3ten bis zum 10ten Brustwirbel ganz so eingerichtet, um sich leicht und beträchtlich um die Längenaxe drehen zu können. Zugleich ist die Wirbelsäule zwischen dem 3ten und 4ten Brustwirbel und zwischen den folgenden Brustwirbeln bis zum 7ten auch in andern Richtungen sehr beweglich, indem sie daselbst sehr beträchtlich vorwärts und rückwärts und zu beiden Seiten gekrümmt werden kann. Diese Region ist, wenn man vom Atlas und von der

*) *Peacock* in Monthly Journal. Edinburgh 1846 Aug. Sept.

Digitized by Google

Schwanzspitze abstrahirt, die beweglichste Region der Wirbelsäule, so beweglich, dass ich mich veranlasst fand zu untersuchen, ob nicht zwischen den Wirbelkörpern an der Stelle der Bandscheiben wahre Gelenke mit gleitenden Oberflächen und einem Synovialsacke vorhanden wären. Allein ich fand daselbst nur sehr dehnbare und mit einer grossen Höhle versehene Bandscheiben. Es verdient diese Beobachtung Beachtung, denn sie steht mit dem, was man sonst über die grosse Unbeweglichkeit der Brustwirbel anzunehmen pflegt, im Widerspruche.

An den Brustwirbeln, an welchen die 5 untersten falschen Rippenpaare eingelenkt sind, fehlte wieder die Fähigkeit, sich um die Längenaxe zu drehen, ganz und ebenso verhielt sich's bei den Lendenwirbeln. Diese Wirbel liessen sich nur seitwärts oder vor- und rückwärts krümmen. Das Kreuzbein hatte vier Wirbel und diese waren, wie sich von selbst versteht, vermöge ihrer Verwachsung unbeweglich.

Der Schwanz verhielt sich so, dass die vier obersten Schwanzwirbel unfähig waren, sich um die Längenaxe zu drehen, dagegen nahm die Fähigkeit zu dieser Drehung zwischen dem 4ten und 5ten Schwanzwirbel ihren Anfang und vergrösserte sich nach der Spitze des Schwanzes zu beträchtlich. An allen Theilen der Wirbelsäule, wo die Drehung um die Längenaxe verhindert war, war sie es dadurch, dass die *Processus obliqui inferiores* eines Wirbels zwischen die *Processus obliquos superiores* des nächstfolgenden Wirbels eingeklammert waren. Die *inferiores* stehen nämlich weniger von einander ab als die *superiores* des nächstfolgenden Wirbels und werden von den letzteren seitwärts umfasst; sie sind daher so in ihnen eingeklammert, dass eine Drehung um die Längenaxe in den Körpern dieser Wirbel unmöglich ist. Ueberall, wo die Drehung der Wirbel um die Längenaxe der Wirbelsäule gestattet ist, richten die *Processus obliqui inferiores* ihre Gelenkfläche nach den Wirbelkörpern, die *superiores* dagegen dieselbe nach den *Processibus spinosis* hin. Bei dieser Lage entsteht kein Hinderniss für die Drehung um die Längenaxe, denn die Gelenkflächen der an einander eingelenkten *Processus obliqui* verhalten sich wie die Oberflächen zweier in einander geschobener concentrischer Cylinder, die an einander gleiten können, wenn ein Cylinder um seine Längenaxe gedreht wird. *)

*) Ich habe, so viel ich weiss, zuerst durch eine Reihe von Versuchen

Digitized by Google

Mit der grossen Beugsamkeit und Drehbarkeit der Brustwirbel von dem 3ten bis zum 10ten Brustwirbel hängt bei dem

---

und Messungen bewiesen, dass die Lendenwirbel des Menschen und der letzte Rückenwirbel unfähig sind, sich um die Längenaxe zu drehen, und dass die Ursache dieser Unfähigkeit in der Art und Weise liegt, wie die *Processus obliqui inferiores* dieser Wirbel von den *Processibus obliquis superioribus* des nächstfolgenden Wirbels von beiden Seiten her umfasst und zwischen denselben eingeklammert sind, und dass die Rückenwirbel vom 11ten an sich dadurch von den Lendenwirbeln unterscheiden, dass bei jenen eine Beugung nach rechts und links oder vorwärts und rückwärts fast unmöglich gemacht ist, während die Drehung um die Längenaxe bei dem 11ten bis 8ten Rückenwirbel sehr beträchtlich ist und auch höher hinauf in einem gewissen Grade durch die Stellung der *Processus obliqui* gestattet ist.

Man beschrieb zwar in früherer Zeit die Stellung der schiefen Fortsätze in den verschiedenen Regionen der Wirbelsäule sehr genau, ohne jedoch die mechanische Wirkung dieser Stellung zu erkennen. Siehe meine Abhandlung: »Anatomisch-physiologische Untersuchung über einige Einrichtungen im Mechanismus der menschlichen Wirbelsäule« in *Meckel's* Archiv für Anatomie und Physiologie 1827. p. 242, wo es heisst: »Der Satz, dass die Brustwirbel (des Menschen) im Allgemeinen unbeweglicher seien als andere Wirbel, bedarf einer näheren Bestimmung, denn er gilt zwar hinsichtlich der Beugung der Wirbelsäule nach vor- und rückwärts oder nach rechts und links, nicht aber von der grösseren Zahl der Brustwirbel hinsichtlich der Drehung der Wirbelsäule um ihre senkrechte Axe.«

»Die Halswirbel (des Menschen) sind die beweglichsten Wirbel, denn sie können sowohl unter allen am stärksten und nach allen Richtungen gebeugt, als auch am meisten um ihre Axe gedreht werden, und sie vereinigen also alle Arten der Bewegung in sich.«

»Zwischen den Rücken- und Lendenwirbeln ist die Bewegung der Drehung und Beugung so vertheilt, dass die Lendenwirbel vorwärts, rückwärts und seitwärts gebogen, aber fast gar nicht um die Axe, die durch die Länge der Wirbelsäule gehend gedacht werden kann, gedreht, die meisten Rückenwirbel nicht gebogen, aber wohl gedreht werden können.«

»Rücksichtlich der Beugung nach vorwärts und rückwärts und nach rechts und links ist zu bemerken, dass in der Gegend zwischen den Lendenwirbeln und Brustwirbeln eine Stelle und zwischen dem Kreuzbeine und den Lendenwirbeln eine zweite Stelle sich befindet, an der die Beugung vorzüglich stark geschieht.«

»Der zweite Halswirbel kann fast gar nicht auf dem dritten Halswirbel vorwärts und rückwärts gebogen werden.«

In der von mir besorgten Ausgabe von *Hildebrandt's* Anatomie des Menschen, Braunschweig. 1830. Bd. 2. p. 139, habe ich mich darüber so ausgedrückt: »An den Lendenwirbeln wird immer der höherliegende Wirbel von dem tieferliegenden umfasst; und daher liegen die zwei oberen Gelenkfortsätze jedes Lendenwirbels weiter aus einander, als

Digitized by Google

Seehunde vielleicht die oben beschriebene Einrichtung des Brustbeins zusammen, vermöge welcher der Körper des Brustbeins aus 7 Stücken besteht, die unter einander und mit dem *Manubrium sterni* und dem *Processus xiphoideus* beweglich verbunden sind; denn wäre der Körper ein einziges Stück gewesen, so würde das Brustbein die Bewegungen der Rückenwirbel sehr eingeschränkt haben.

Von dem Skelete, inwiefern es den Athmungsmechanismus bilden hilft, ist oben die Rede gewesen. Was andere Verhältnisse des Skelets betrifft, so füge ich nur die wenigen Bemerkungen hinzu, dass der Schenkelkopf ausserordentlich klein ist, und dass ihm das *Ligamentum teres* fehlt, ferner dass die Pronation und Supination des Radius in so geringem Grade vorhanden sind, dass man sie als fehlend betrachten kann. Hiermit hängt zusammen, dass die *Ulna* an dem *Os triquetrum* eingelenkt ist, während sie bei dem Menschen bekanntlich durch die *Coatilago triangularis* davon getrennt wird.

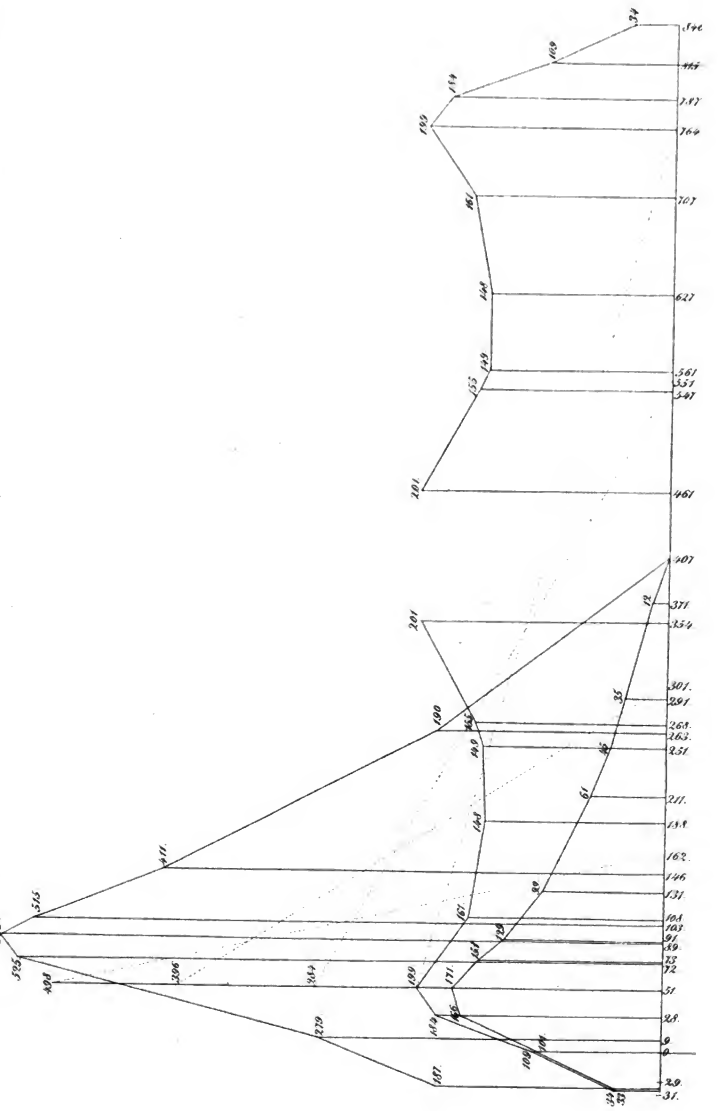
---

die unteren, damit diese von jenen umfasst und eingeklammert werden. Die so eben erwähnte Stellung der Gelenkfortsätze an den Lendenwirbeln verhindert die Drehung dieser Wirbel um ihre senkrechte Axe. Die Gelenkfortsätze benachbarter Brust- und Halswirbel greifen so in einander ein, dass sich zwei Wirbel auf eine ähnliche Weise an einander drehen können, wie zwei concentrische Cylinder, von denen der eine mit seinem Ende in den andern hineingeschoben ist. Dieselbe Stellung der Gelenkfortsätze (wie bei den Lendenwirbeln) findet auch an der Verbindungsstelle zwischen dem letzten Brustwirbel und dem ersten Lendenwirbel statt.«

Diese von mir beim Menschen über den Mechanismus der Wirbelsäule gemachten Untersuchungen bestätigen sich nun bei dem Seehunde auf's Vollkommenste. Denn an allen den Regionen der Wirbelsäule, wo bei dem Seehunde die schiefen Fortsätze auf eine ähnliche Weise in einander eingeklammert sind, als das beim Menschen an den Lendenwirbeln der Fall ist, sind die Wirbel zur Drehung um die Längenaxe unfähig, nämlich an allen Halswirbeln vom 2ten bis zum 7ten, an den zwei obersten Brustwirbeln, an den fünf untersten Brustwirbeln, an den Lendenwirbeln und endlich an den vier obersten Schwanzwirbeln. An allen Regionen der Wirbelsäule dagegen, wo die schiefen Fortsätze der Wirbel in der Weise in einander greifen, wie an den Brustwirbeln und Halswirbeln des Menschen, sind sie fähig, um die Längenaxe der Wirbelsäule gedreht zu werden.

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

In der Weidmann'schen Buchhandlung sind erschienen:

ABHANDLUNGEN bei Begründung der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften am Tage der zweihundertjährigen Geburtsfeier Leibnizens herausgegeben von der Jablonowskischen Gesellschaft. Mit Leibnizens Bildniss. Hoch 4. 1846. 5 Thlr.

PREISSCHRIFTEN gekrönt und herausgegeben von der Jablonowskischen Gesellschaft. I. Hoch 4. 1847. 20 Ngr.

Inhalt: H. GRASSMANN Geometrische Analyse geknüpft an die von Leibniz erfundene geometrische Charakteristik. Mit einer erläuternden Abhandlung von *A. F. Möbius*.

—— N° II. Hoch 4. 1850. 16 Ngr.

Inhalt: H. B. GEINITZ, das Quadergebirge oder die Kreideformation in Sachsen. Mit 1 col. Tafel.

BERICHTE über die Verhandlungen der Königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig. Aus den Jahren 1846 u. 1847. 12 Hefte in gr. 8. à 10 Ngr.

—— Aus dem Jahre 1848. 6 Hefte in gr. 8. à 10 Ngr.

—— der philologisch-historischen Classe. 1849. 5 Hefte. 1850. 4 Hefte. gr. 8. à 10 Ngr.

—— der mathematisch-physischen Classe. 1849. 3 Hefte. gr. 8. à 10 Ngr.

ABHANDLUNGEN der mathematisch-physischen Classe der Königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften. Bd. I. Hoch 4. 1850. Dieselben werden in Heften herausgegeben und es sind bis jetzt zu haben:

P. A. HANSEN, Allgemeine Auflösung eines beliebigen Systems von linearischen Gleichungen. — Ueber die Entwickelung der Grösse $(1 - 2\alpha H + \alpha^2)^{-\frac{1}{2}}$ nach den Potenzen von α. 12 Ngr.

A. F. MÖBIUS, Ueber die Grundformen der Linien der dritten Ordnung. 24 Ngr.

C. F. NAUMANN, über die cyclocentrische Conchospirale und über das Windungsgesetz von Planorbis Corneus. 10 Ngr.

A. SEEBECK, über die Querschwingungen gespannter und nicht gespannter elastischer Stäbe. 10 Ngr.

W. WEBER, über elektrodynamische Maassbestimmungen, insbesondere Widerstandsmessungen. 1 Thlr.

ABHANDLUNGEN der philologisch-historischen Classe der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. I. Band. Hoch 4. 1850. 6 Thlr.

Inhalt: A. WESTERMANN, Untersuchungen über die in die attischen Redner eingelegten Urkunden. 1 Thlr.

F. A. UKERT, über Dämonen, Heroen und Genien. 24 Ngr.

TH. MOMMSEN, über das römische Münzwesen. 1 Thlr. 20 Ngr.

E. v. WIETERSHEIM, der Feldzug des Germanicus an der Weser im Jahre 16 n. Chr. Geburt. 1 Thlr.

G. HARTENSTEIN, Darstellung der Rechtsphilosophie des Hugo Grotius. 20 Ngr.

TH. MOMMSEN, über den Chronographen vom Jahre 354. 1 Thlr. 10 Ngr.

Digitized by Google

INHALT.

Seite

D'Arrest, über die totale in Syrien beobachtete Sonnenfinsterniss im Jahre 812 n. Chr. 63

Hankel, über die Construction eines Elektrometers 71

Derselbe, Messungen über die Grösse der Kraft, welche zwischen einer elektrischen Spirale und einem in ihrer Axe befindlichen Eisenkerne in der Richtung dieser Axe wirkt 78

D'Arrest, Bestimmung der Declination im magnetischen Observatorium zu Leipzig 100

Derselbe, Nachricht von der Entdeckung und den ersten Beobachtungen des Planeten Victoria, des Cometen von Bond und des dreizehnten Hauptplaneten 105

E. H. Weber, Einige Bemerkungen über den Bau des Seehundes, *phoca vitulina*, und namentlich auch über die Einrichtungen, die sich auf die Erhaltung und Erzeugung der hohen Temperatur des im kalten Wasser lebenden Thiers und auf den Gebrauch der Augen in der Luft und im Wasser beziehen . . 108

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

Digitized by Google

4066

BERICHTE

ÜBER DIE

VERHANDLUNGEN

DER KÖNIGLICH SÄCHSISCHEN

GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN

ZU LEIPZIG.

MATHEMATISCH-PHYSISCHE CLASSE.

1850.

III.

LEIPZIG.
WEIDMANNSCHE BUCHHANDLUNG.
1851.

Digitized by Google

Digitized by Google

SITZUNG DEN 30. NOVEMBER 1850.

Lehmann, *Einige vergleichende Analysen des Blutes der Pfortader und der Lebervenen.*

Bei der Verschiedenheit der Ansichten über die Function der Leber, die Bildung der Galle und deren Verwendung schien es von einigem Interesse, eine vergleichende Untersuchung der Materialien auszuführen, welche der Leber zugeführt werden, und jener, welche aus diesem Organe wieder heraustreten. Zwar hat schon vor 10 Jahren *Fz. Simon* (Journ. f. pr. Ch. Bd. 22. S. 118) zwei vergleichende Analysen beider Blutarten angestellt; allein bei der damaligen Dürftigkeit der zoochemischen Analyse konnte die Untersuchung im Ganzen nur wenig wissenschaftliche Ausbeute geben. Oefter ist noch in neuerer Zeit das Pfortaderblut analysirt und mit dem Jugularvenenblute verglichen worden.

Die Untersuchungen, welche ich heute mittheile, beziehen sich nur auf das Blut von Pferden, und zwar von solchen, welche 5 oder 10 Stunden nach der Fütterung getödtet wurden, also entweder zu einer Zeit, wo die Dünndarmverdauung, oder (wie im zweiten Falle) wo die Gallenabsonderung ihren Culminationspunkt erreicht hat. Das Blut wurde übrigens nur von solchen Pferden entlehnt, welche wegen »Abgetriebenseins« getödtet wurden, und bei deren Section sich in keinem Organe eine wesentliche pathologisch-anatomische Veränderung vorfand. Das Futter, welches die Thiere gewöhnlich früh 5 Uhr erhielten, bestand aus 2½ Pfund Roggenkleie, 2 Pfd. Häcksel und 2 Pfd. Heu. Getödtet wurden die Thiere durch Einblasen von Luft in die äussere Drosselader. Unmittelbar nach dem Sturze des Thieres ward die Bauchhöhle geöffnet, die grössern Zweige der Pfortader und der Lebervenen unterbunden und aus den sorgfältig getrennten Gefässen das Blut gesammelt, so dass eine Einmengung fremdartigen Venenblutes nicht möglich war.

Digitized by Google

Das Pfortaderblut bildete nach dem Gerinnen einen braunrothen, an der Luft so wie nach Anwendung von Alkalisalzen sich hellroth färbenden, consistenten Kuchen und ein nur schwach opalisirendes farbloses Serum; die Placenta war ganz, wie die aus Drossel- oder Sporaderblute der Pferde erhaltene, mit einer dichten Faserstoffkruste bedeckt. Ich habe in 7 Fällen das Pfortaderblut von Pferden untersucht, die während der oben bezeichneten Stadien der Verdauung getödtet wurden, und nicht ein einziges Mal fand ich den Pfortaderblutkuchen so, wie er oft beschrieben worden ist: dunkelgefärbt, weich, locker oder gar zerfliessend. Nur bei hungernden Pferden (öfter noch bei hungernden Hunden) zeigt der Blutkuchen der Pfortader zuweilen einige der erwähnten Eigenschaften, er gleicht dann mehr dem Cruor des Milzvenenblutes. Bei Fleischfressern findet sich nie eine Kruste im Kuchen des Pfortaderblutes, da deren normales Venenblut überhaupt nicht zur Krustenbildung geneigt ist. Das Pfortaderblut der Thiere, welche 10 St. nach der Fütterung getödtet worden waren, gab einen weit weniger voluminösen Blutkuchen als das jener, die 5 St. nach dem Futter verendet waren. Das specifische Gewicht des Serums blieb sich aber in beiden Fällen ziemlich gleich.

Das Lebervenenblut war stets von intensiv kirschblaurother oder dunkelvioletter Farbe und schied keinen eigentlichen Blutkuchen ab; nach längerem Stehen senkten sich die rothen Körperchen etwas, ohne jedoch eine cohärente Placenta zu bilden; nur einmal in 7 Fällen waren einige leicht zerrührbare Flocken im Absatze der Blutkörperchen zu entdecken. Das Serum des Lebervenenbluts war farblos, aber ziemlich trübe; sein specifisches Gewicht völlig unabhängig von der Zeit des Todes des Thieres, in allen Fällen ziemlich constant.

Bei der mikroskopischen Untersuchung des Pfortaderblutes hat man die farbigen Körperchen desselben als völlig verschieden von denen andern Venenblutes beschrieben *(C. H. Schultz, Simon, F. Ch. Schmid)*; man sah ihre Formen »unregelmässig, ausgezackt, gelappt, eingebuchtet«, ihre Hüllen »runzlig eingeschrumpft, gefaltet, zerknittert«, ja sogar fleckenweise schattirt oder scheckig (durch ungleiche Vertheilung des Pigments); ihre Gruppirung nur in unregelmässigen Haufen oder Inseln. Des sorgfältigsten Suchens ungeachtet vermochte ich niemals unregelmässige Färbungen und Gestalten der farbigen

Digitized by Google

Zellen im frischen Blute der während oder bald nach der Verdauung getödteten Pferde oder Hunde wahrzunehmen. Was die Gruppirung der Blutkörperchen betrifft, so sah ich zwar zuweilen Haufen derselben, in welchen die farbigen Scheiben mehr mit ihren Rändern als mit den flachen Seiten zusammenhingen, allein in der grossen Mehrzahl der Fälle wurde (bei Pferdepfortaderblut) die bekannte geldrollenförmige Aufreihung beobachtet. Auch bei Anwendung von Salzen verhielten sich die Blutkörperchen des Pfortaderblutes ganz wie die des Drosseladerblutes.

Die farbigen Zellen des Lebervenenblutes waren in Haufen zusammengelagert, aber niemals geldrollenförmig aufgereiht; ihr Senkungsvermögen verhältnissmässig sehr gering; in ihrer Färbung konnte kein Unterschied von der der Pfortaderblutzellen mit Bestimmtheit erkannt werden; der erste Blick ins Mikroskop auf die in Bewegung gesetzten, rollenden Körperchen liess sie aber bei Weitem weniger scheibenförmig als die andern Venenblutes erkennen, der Dickedurchmesser erschien etwas grösser, der Querdurchmesser etwas kleiner; die centrale Depression war nur an wenigen deutlich wahrzunehmen; übrigens waren sie scharf contourirt, glatt und klar durchscheinend; Zusatz von neutralen Alkalisalzen liess jedoch jene Concavität Anfangs deutlicher hervortreten, später wurden aber viele der Zellen dadurch verzerrt, zackig, gekerbt, sternförmig oder gar in die Länge gezogen. Wurde das Lebervenenblut auch noch so stark mit destillirtem Wasser verdünnt, so konnten die farbigen Körperchen doch nicht unsichtbar gemacht werden; wenn auch verblasst oder entfärbt, erschienen sie einzeln noch als scharfcontourirte Blasen oder wie einfache Ringe; meistens waren sie aber zusammengelagert zu finden; sie bildeten dann unter dem Mikroskope honigwabenförmig oder schuppenpanzerähnlich gezeichnete Platten. *Simon* will übrigens im Lebervenenblute so kleine gefärbte Körperchen gesehen haben, dass sie kaum $^1/_6$ oder $^1/_4$ der gewöhnlichen Grösse der farbigen Blutzellen erreichten; überdies sollen sie Molecularbewegung gezeigt haben: etwas dem Aehnliches habe ich nicht finden können. Diese Behauptung *Simon's*, mehr aber noch der oben erwähnte, scheinbare Unterschied in den Durchmessern der farbigen Zellen des Lebervenenblutes von denen andern Blutes veranlasste mich, directe Messungen des Flächendurchmessers der Zellen im Blute der Lebervene und in dem der Pfortader anzustellen. Obgleich die Resultate dieser vergleichenden Messungen mit den theore-

Digitized by Google

tischen Ansichten über das endosmatische Verhalten der Blutzellen auffallend übereinstimmen, so lege ich auf dieselben doch keinen Werth weiter, da weit zahlreichere Reihen von Messungen nothwendig sind, um diese Erfahrung als Thatsache zu constatiren. Ich führe sie daher nur als isolirte Beobachtungen an. Die Messungen, an je zwanzig farbigen Zellen des Pfortader- und des entsprechenden Lebervenenblutes angestellt, wurden mit Hülfe des Glasmikrometers ausgeführt; die Zahlen sind Decimalen des Millimeters.

No. I.		No. II.		No. III.
Pf.	Lv.	Pf.	Lv.	Pf.
0,0057	0,0044	0,0055	0,0037	0,0057
57	42	56	39	57
57	42	56	39	57
58	43	57	40	58
58	43	57	40	58
58	44	57	40	59
59	44	57	41	59
59	44	58	41	59
60	44	58	42	61
60	45	58	42	62
60	45	58	42	
60	46	58	42	
60	46	58	43	
61	46	59	43	
61	47	59	43	
61	47	59	43	
62	47	59	44	
62	47	60	46	
63	49	60	46	
64	51	64	48	
0,1197	0,0903	0,1160	0,0841	0,0587
Mittel $\frac{}{20} = 0{,}0060$	$\frac{}{20} = 0{,}0045$	$\frac{}{20} = 0{,}0058$	$\frac{}{20} = 0{,}0042$	$\frac{}{10} = 0{,}00587$

Digitized by Google

Es ist wohl nur ein reiner Zufall, dass in den beiden Vergleichsfällen die Querdurchmesser der Zellen des Lebervenenblutes fast genau um 0,0015^{mm} kleiner gefunden wurden, als jene des Pfortaderblutes. Bestätigte sich diese Erfahrung wirklich durch weitere Beobachtungen, so wäre die Erklärung derselben wohl nicht einfacher Weise und einzig und allein in der grössern Dichtigkeit des Lebervenenblutserums gegenüber der des Pfortaderserums zu suchen. Denn gelangen die Blutkörperchen in concentrirtere Flüssigkeiten, so pflegt die centrale Depression nicht zu verschwinden, sondern sie tritt bekanntlich deutlicher hervor; bei den Körperchen des Lebervenenblutes ist aber gerade das Umgekehrte der Fall; da sie im Querdurchmesser sich verjüngen, im Dickedurchmesser erweitern, so könnte füglich ihr Rauminhalt ganz derselbe sein, wie der der Pfortaderblutzellen. Doch muss man sich hierbei an die Wirkung des Salmiaks auf die Blutkörperchen erinnern; dieser macht nämlich, gleich dem Serum der Lebervene, die Blutscheiben kleiner, aber zugleich fast sphärisch.

Simon sah im Pfortaderblute keine farblosen Blutzellen oder Lymphkörperchen; diese sind jedoch darin enthalten und zwar kaum in geringerer Anzahl als im Blute der Drossel- oder Sporader des Pferdes; die meisten derselben unterscheiden sich aber von denen andern Blutes durch folgende Eigenschaften: sie sind grob granulirt, nicht unähnlich kleinern Körnchenhaufen, von ziemlich gleicher Grösse = 0,0089 bis 0,0098^{mm}; auf Wasserzusatz quellen sie nicht sichtlich auf, durch Essigsäure werden sie durchscheinender, lassen aber nur selten einen deutlichen, scharfcontourirten, glatten Kern wahrnehmen.

Die ausserordentlich grosse Menge farbloser Zellen ist für das Lebervenenblut sehr charakteristisch; dieselben kommen theils einzeln vor, theils zu 4 bis 11 Stück zusammengeklebt; ihre Grösse ist ausserordentlich verschieden von 0,0082 bis 0,0196^{mm}; die kleinern sind meist granulirt, wie mit Körnchen bestreut; einige erscheinen wie Klümpchen einer amorphen körnigen Masse; diese kleinern sind es, die meist in Gruppen vorkommen; die grössern werden dagegen gewöhnlich isolirt gefunden. Die letztern sind der Mehrzahl nach wenig granulirt; ja ihre Hüllenmembran erscheint so glatt, dass sie, abgesehen von der Farbe, gewissermassen den Dotterblasen ähneln; in einzelnen kann man ohne Weiteres einen Kern erkennen; bei den meisten tritt aber erst auf Zusatz von Wasser oder verdünnter Essigsäure ein ein-

Digitized by Google

facher, linsenförmig, excentrisch liegender Nucleus hervor. Indessen finden sich auch kleinere Zellen, die Fettbläschen gleichen und erst auf Zusatz von Essigsäure einen Kern oder einen körnigen Inhalt sichtbar werden lassen. Bei sehr starker Verdünnung des Lebervenenblutes mit destillirtem Wasser vermisst man sowohl in der Flüssigkeit als in dem alsdann gebildeten Sedimente jene grösseren und kleineren blasenartigen Körperchen; man findet alsdann sowohl in den Hüllenhaufen der farbigen Blutkörperchen als in der Flüssigkeit nur dunklere Klümpchen, etwa so wie sich jene Körperchen darstellen müssten, wenn ihr Inhalt sich entleert und ihre Hüllenmembranen sich zusammengefaltet hätten.

Das Serum des Pfortaderblutes soll gewöhnlich gelbroth gefärbt sein von suspendirten Blutkörperchen; ich fand in dem klaren, fast farblosen Serum des Pfortaderblutes während der Verdauung getödteter Pferde ausser spärlichen Fettbläschen keine morphologischen Elemente.

Das Lebervenenblut, dessen farbige Zellen sich so langsam senken, lieferte bei längerem Stehen in niederer Temperatur doch ein ziemlich farbloses, obwohl trübes Serum; die Trübung rührte von der Suspension der oben beschriebenen farblosen Zellen her; wahre Fettbläschen wurden nicht darin wahrgenommen.

Gehen wir zu den chemischen Bestandtheilen beider Blutarten über.

Den Faserstoff des Pfortaderblutes hat man gewöhnlich als eine schmierige, schleimartige Masse dargestellt, welche unter dem Mikroskope nicht jene verfitzten Fäden, wie normal geronnener Faserstoff, sondern eine »zusammenhängende, von Unebenheiten durchfurchte, gallertartige« Substanz bilden sollte. In dem von mir untersuchten Pfortaderblute der Pferde fand ich den Faserstoff durchaus normal; ja es gelang mir sogar in einem Falle die Gerinnung des Fibrins unter dem Mikroskope zu verfolgen; die allmählige Bildung der Fäden, das Einrahmen der Körperchen durch dieselben u. s. w. war hier eben so schön wahrzunehmen, als man es nur in einem Tropfen, der von der Oberfläche langsam gerinnenden Blutes (in dem sich die rothen Zellen schnell senken) genommen ist, je beobachten kann.

Das Lebervenenblut enthält kein Fibrin; nur einmal fand ich Spuren desselben. Will man freilich jenes Gemeng von farblosen Zellen und den Hüllen der farbigen Faserstoff nennen,

Digitized by Google

so findet sich genug davon im Lebervenenblute. Darum hat auch *Simon*, als er nach der gebräuchlichen Methode Faserstoff aus dieser Blutart abzuscheiden versuchte, eine gar nicht unbedeutende Menge desselben gefunden (0,25 und 0,26%). Lässt man frisches Lebervenenblut stehen, bis sich etwas Serum abgeschieden hat, und untersucht den sogenannten Blutkuchen, so wird man in demselben gewöhnlich weder beim vorsichtigen Abgiessen einzelne schleimige Flocken noch bei der mikroskopischen Betrachtung zwischen den Zellen irgend welche morphologische Theile wahrnehmen können; nur einmal fand ich ein paar kleine Flocken, die unter dem Mikroskop die verworrenen Fäden oder das fasrige Netzwerk geronnenen Fibrins erkennen liessen.

Gedenkt man aus der sogenannten Placenta des Lebervenenblutes den vermeintlichen Faserstoff *lege artis* mit Wasser auszuwaschen, so erhält man allerdings eine nicht geringe Menge einer schleimig-flockigen Substanz, die alsbald die Maschen des Papier- und selbst die des Leinwandfilters verstopft. Decantirt man zu wiederholten Malen die über diesen Flocken befindliche rothe Flüssigkeit, nachdem man sie öfter mit destillirtem Wasser angerührt hat, so findet man in dem unlöslichen Rückstande nichts als die oben beschriebenen Hüllen der farblosen und farbigen Blutzellen, aber nichts Fadiges oder Fasriges, nichts Fibrinähnliches, ja kaum etwas, was einer sogenannten Faserstoffscholle gliche.

Diese Hüllensubstanz ist aber ebensowohl aus Pfortaderblute als aus anderem Venenblute zu erhalten; ein vielleicht bedeutungsvoller Unterschied ist nur der, dass das Lebervenenblut weit mehr solcher Substanz liefert, als irgend ein anderes. Zerschneidet man die Placenta des Blutes der Pfortader oder Jugularvene und presst die blutzellenreiche Flüssigkeit, den sogenannten Cruor, aus, so erhält man ein dem Lebervenenblutkuchen entsprechendes Object. Mischt man gleiche Volumina solcher Flüssigkeit vom Pfortader- und Lebervenenblute mit der 30 oder 40fachen Menge destillirten Wassers und lässt die Proben in hohen Glascylindern oder Bechergläsern einige Zeit stehen: so wird sich aus beiden Blutarten jenes weisse, lockere Sediment absetzen, allein das des Lebervenenblutcruors wird ein ungefähr 6Mal grösseres Volumen einnehmen, als das des Pfortaderblutcruors. Aus 100 Th. Cruor des Pfortaderblutes erhielt ich 0,245 Th. solcher Hüllenmembran, aus dem des Lebervenenblutes aber ein Mal 1,98, ein ander Mal 2,43 Th.

Digitized by Google

Wie die physikalische Untersuchung, so spricht auch die chemische gegen die Identität dieser Substanz mit Fibrin: selbst nach 24 und 48stündiger Digestion derselben mit der bekannten Salpetersolution bei 37° C. wird sie nicht aufgelöst; in der Flüssigkeit findet sich nach Verlauf dieser Zeit weder eine in der Hitze gerinnbare noch eine durch Essigsäure fällbare Substanz. In salzsäurehaltigem Wasser quillt diese Substanz nicht bloss auf, sondern sie löst sich fast vollständig; der darin unlösliche Rückstand zeigt eine texturlose, körnige Masse (vielleicht Kerne und Fett der farblosen Zellen). Auf trocknem und nassem Wege mit Alkalien behandelt, gab sie gegen Blei- und Silbersalze keine Schwefelreaction. Dieses sind wohl der Beweise genug für die Differenz dieser Substanz und der in Fäden gerinnbaren Materie des Blutes.

Nebenbei sei noch bemerkt, dass bei Weitem weniger das Fibrin als diese Substanz es ist, was die Colatorien beim Filtriren des sogenannten Faserstoffs so schnell verstopft, und dass der Antheil an dieser Substanz der Grund ist, weshalb in Salpeterwasser übrigens löslicher Faserstoff niemals vollständig mit jenem in eine klare Flüssigkeit verwandelt werden kann.

Nur die Unbekanntschaft mit der verschiedenen Coagulirbarkeit und Gerinnungsform des Albumins in salz- und alkalihaltigen Flüssigkeiten konnte frühere Beobachter verleiten, eine innere Verschiedenheit des Albumins der Pfortader von dem der anderen Venen anzunehmen. Des Lebervenenblutes Albumin gerann gleich leicht oder gleich schwer, wie das des Pfortaderblutes.

Da es nicht unwahrscheinlich ist, dass Bestandtheile der in den Darmcanal ergossenen Galle von dort aus wieder resorbirt werden: so wurde das Pfortaderblut auf die verschiedenen Bestandtheile und Umwandlungsproducte der Galle untersucht, allein weder Eines noch das Andere gefunden. Von den harzigen Säuren der Galle war in dem alkoholischen und auch im ätherischen Extract des Pfortaderblutes keine Spur zu entdecken; das ätherische Extract giebt zwar mit Zucker und Schwefelsäure bei längerm Stehen an der Luft eine blaue Färbung: allein diese hängt bloss vom Fettgehalte desselben ab. Ich halte eine Verwechslung von Fett mit den harzigen Säuren der Galle nicht gut für möglich; denn nach Anwendung von Zucker und Schwefelsäure auf Galle tritt die bekannte Reaction sehr bald ein, während bei blosser Gegenwart von Fett die blaue Färbung erst nach längerer

Digitized by Google

Zeit, bei reichlichem Zutritt von atmosphärischer Luft und daher gewöhnlich nur in dünnen Lagen mit grösserer Deutlichkeit zum Vorschein kommt. Ebensowenig wie Gallensäuren konnten in den Extracten des Pfortaderblutes Taurin und Glycin nachgewiesen werden. Eine schwefelhaltige Substanz wurde bei der Oxydation durch Salpeter und Natronhydrat im alkoholischen Extracte entdeckt, allein es wies sich später aus, dass diese auch in anderm Venenblute vorkommt.

Obgleich nach dem reichlichen Vorkommen von Zucker im Darminhalte während der Verdauung stärkemehlhaltiger Nahrungsmittel zu erwarten stand, dass dieser, von den Darmvenen resorbirt, sich im Pfortaderblute einstellen müsse: so war doch in einigen Fällen so wenig Zucker darin enthalten, dass er nicht einmal qualitativ nachgewiesen werden konnte; gewöhnlich waren nur Spuren desselben zu erkennen, und nur zweimal soviel, dass quantitative Bestimmungen versucht werden konnten. Da ich erst jüngst (in meinem Lehrb. d. physiol. Chemie) die analytischen Methoden, welche ich bei zoochemischen Untersuchungen für die tauglichsten halte und daher einzuschlagen pflege, ausführlicher angegeben habe: so dürfte es hier wohl überflüssig sein, genauer über die Wege zu referiren, welche ich bei der quantitativen Bestimmung des Zuckers, so wie im Allgemeinen bei den folgenden Analysen des Blutes eingeschlagen habe. Ich bemerke hier nur im Bezug auf die Zuckerbestimmung, dass ich aus dem alkoholischem Auszuge des Blutrückstands durch eine frischbereitete alkoholische Kalilösung den Zucker fällte, das Präcipitat in weinsäurehaltigem Wasser löste und entweder im Fresenius-Will'schen Apparate mit Hefe in Gährung versetzte oder mittelst der Fehling'schen Kupferprobe bestimmte.

Das alkoholische Extract von 32,742Gr. festen Rückstands des Pfortaderblutes gab bei der Gährung 0,027Gr. Kohlensäure, welche = 0,018Gr. Zucker ($C_{12}H_{12}O_{12}$) entsprechen; sonach wären im Rückstande des Pfordaderblutes = 0,055% Zucker enthalten gewesen.

Der in 55,641Gr. Serum des Pfortaderblutes enthaltene Zucker reducirte 0,0065Gr. Kupferoxyd, welche 0,00588 Zucker entsprechen; demnach waren in diesem Serum, welches von einem 5 Stunden nach dem Fressen getödteten Pferde herrührte, 0,0052% Zucker enthalten.

Schon bei der qualitativen Untersuchung des Lebervenenblutes zeigte sich, dass dieses nicht bloss constant Zucker ent-

Digitized by Google

halte, sondern auch weit mehr, als das Blut irgend einer andern Vene.

26,872Gr. wohlgetrockneter Rückstand dieses Blutes gaben aus der alkoholischen Lösung mit Kali einen Niederschlag, der, mit Weinsäure und Hefe versetzt, 0,083Gr. Kohlensäure entwickelte; jener Rückstand enthielt sonach 0,635% Zucker.

21,276Gr. des festen Rückstands vom Lebervenenblute eines andern Pferdes lieferten bei gleicher Behandlung 0,093Gr. Kohlensäure; unter den festen Stoffen dieses Blutes fanden sich also 0,893% Zucker.

31,704Gr. des gleichen Objectes von einem dritten Pferde gaben 0,120Gr. Kohlensäure; also 0,776 Th. Zucker in 100 Th. festen Rückstands.

32,203 Gr. Serum von Lebervenenblut lieferten soviel durch Kali aus alkoholischen Lösungen fällbaren Stoffs, dass dadurch 0,0042Gr. Kupferoxyd in Oxydul verwandelt wurden; demnach waren in diesem Serum = 0,0059% Zucker enthalten.

41,503 Gr. dergleichen Serums von einem andern Pferde lieferten soviel von jenem Stoffe, dass 0,0037Gr. Kupferoxyd reducirt wurde; also enthielt dieses Serum = 0,0041% Zucker.

Auch das Lebervenenblut fleischfressender Thiere enthält Zucker. Herr Cand. med. *Funke*, einer meiner Schüler, erhielt aus 11,258Gr. festem Rückstande des Lebervenenblutes eines Hundes = 0,0461Gr. Kohlensäure; demnach waren im Rückstande dieses Blutes = 0,838% Zucker enthalten.

Nach *Cl. Bernard* hat *Frerichs* in der Leber pflanzenfressender und fleischfressender Thiere wiederholt Zucker gefunden, und zwar auch dann, wenn die betreffenden Thiere nur mit Fleisch gefüttert worden waren. Da das Blut anderer Venen bei Weitem weniger Zucker enthält, als das der Lebervenen (*C. Schmidt* fand im Blute des Rindes 0,0019 bis 0,0074p.m. Zucker, in dem eines Hundes 0,015p.m., in dem einer Katze 0,021p.m.), so kann kaum mehr ein Zweifel darüber obwalten, dass bei den Umwandlungen, welche thierische Stoffe in der Leber erleiden, Zucker gebildet wird, und dass somit die zuerst von *Cl. Bernard* aufgestellte und auf das Vorkommen von Zucker im Lebersafte begründete Ansicht, die Leber sei ein Bildungsorgan von Zucker, durch das reichliche Vorkommen dieses Stoffes in der Lebervene bestätigt wird.

Die quantitative Bestimmung des Fettes in organischen Materien ist noch mit Inconcinnitäten verbunden, welche man

Digitized by Google

bis jetzt nur zum Theil zu vermeiden gelernt hat. Abgesehen davon, dass einige Bestandtheile des durch Wasser von nicht fettigen Materien befreiten Aetherextracts über 100° noch Wasser zurückhalten, andere aber sich zu verflüchtigen und zu zersetzen anfangen, so wird gerade beim Blute die Fettbestimmung oft dadurch illusorisch, dass das Fett mehr oder weniger Hämatin aufgenommen hat; dies ist auffallender Weise zwar häufig, aber keineswegs immer der Fall. Daher kann es geschehen, dass man z. B. zuweilen aus dem Lebervenenblute weit mehr Fett erhält, als aus dem fettreichen Pfortaderblute. Man darf bei der Fettbestimmung des Blutes ebensowenig das alkoholische Extract des festen Rückstands mit Aether auszuziehen vergessen, als man unterlassen darf, die gesammelten ätherischen Extracte mit Wasser zu behandeln; namentlich giebt das Lebervenenblut nicht wenig von einer in Wasser löslichen Substanz mit an den Aether ab; vernachlässigt man diese Vorsicht, so kann man im Lebervenenblute leicht eine höhere Zahl für das Fett erhalten, als im Pfortaderblute.

In folgenden drei Fällen wurde der Fettgehalt des Pfortaderblutes mit dem des Lebervenenblutes verglichen.

0,930Gr. fester Rückstand des Pfortaderblutes eines 5 Stunden nach der Fütterung getödteten Pferdes lieferten = 0,030Gr. Fett; 1,068 Gr. fester Rückstand des Lebervenenblutes von demselben Thiere = 0,018Gr. Von einem andern in gleicher Zeit nach dem Füttern getödteten Pferde lieferten 1,468Gr. fester Rückstand des Pfortaderblutes = 0,053Gr. und 1,284Gr. des Lebervenenblutes = 0,033Gr. Fett. Von einem 10 Stunden nach der Fütterung getödteten Pferde gaben 1,245Gr. fester Rückstand des Pfortaderblutes = 0,042 und 1,541Gr. des Lebervenenblutes = 0,030Gr. Fett. Demnach beträgt der Fettgehalt des festen Rückstands im

	Pfortaderblute	Lebervenenblute
Nr. I.	3,226	1,685
Nr. II.	3,610	2,570
Nr. III.	3,373	1,946
Mittel	3,403	2,100.

In reinem Serum des Pfortaderblutes konnte kein Eisen nachgewiesen werden; das Eisen ist also auch im Pfortaderblute hauptsächlich in den Zellen enthalten. Die vergleichenden Bestimmungen des Eisengehalts in beiden Blutarten ergaben folgende Resultate: Nr. I. und II. rühren von Pferden her, die

Digitized by Google

5 Stunden, Nr. III. von einem Pferde, welches 10 Stunden nach der Fütterung getödtet wurde. I. 4,561Gr. fester Rückstand des Pfortaderblutes gab beim Einäschern u. s. w. 0,014Gr. Eisenoxyd, 3,944 Gr. des Lebervenenblutes 0,008Gr. II. 5,488Gr. Rückstand des Pfortaderblutes = 0,013 Gr. Eisenoxyd und 6,112 Gr. des Lebervenenblutes = 0,010 Gr. III. 8,644 Gr. Rückstand des Pfortaderblutes = 0,025Gr. und 7,414 Gr. des Lebervenenblutes = 0,015 Gr. Eisenoxyd. An metallischem Eisen ist demnach in 100 Theilen des festen Rückstands von jeder der beiden Blutarten enthalten:

	Pf.	Lv.
I.	0,213	0,139
II.	0,164	0,112
III.	0,201	0,140
Mittel	0,193	0,130.

Die folgenden quantitativen Bestimmungen wurden angestellt an den Blutarten von 4 Pferden, welche 5 St. nach der Fütterung getödtet wurden (I. bis IV.), und von zwei Pferden, die erst 10 St. nach der Fütterung verendeten (V. und VI.).

Das Verhältniss zwischen Serum und Blutkuchen wurde gefunden:

I.	Pfortadbl.	16,61	: 33,39 Gr.	Lebervbl.	8,30	: 40,70	Gr.
II.	»	75,495	: 138,320 »	»	34,880	: 187,915	»
III.	»	23,675	: 41,880 »	»	10,683	: 57,450	»
IV.	»	17,184	: 34,282 »	»	7,679	: 44,632	»
V.	»	182,68	: 99,90 »	»	50,20	: 167,75	»
VI.	»	98,47	: 61,87 »	»	34,59	: 123,76	»

Demnach trennen sich 100 Th.

	Pfortaderblut		Lebervenenblut	
in	Serum	Blutk.	Serum	Blutk.
Nr. I.	332,2	687,8	143,1	856,9
Nr. II.	353,09	646,91	156,57	843,43
Nr. III.	361,14	638,86	156,94	843,06
Nr. IV.	333,9	666,1	146,8	853,2
Nr. V.	646,47	353,53	230,33	769,67
Nr. VI.	614,14	385,86	218,41	781,59

Zehn Stunden nach der Aufnahme von Nahrungsmitteln ist also das Pfortaderblut bei Weitem reicher an Serum oder ärmer an Blutkuchen, als während der besten Verdauung; das Ver-

Digitized by Google

hältniss des Serums zum Blutkuchen ist im letztern Falle = 100 : 193, im ersteren = 100 : 58,6. Auch im Lebervenenblute reflectirt sich der Einfluss der Verdauung; das durchschnittliche Verhältniss zwischen Serum und Blutkuchen dieses Blutes ist 5 St. nach Aufnahme der Nahrungsmittel = 100 : 563, zehn Stunden nach derselben = 100 : 346. Nach diesen Zahlen bedarf es kaum der Erwähnung, dass im Lebervenenblute durchgängig das Volumen des Blutkuchens weit mehr über das des Serums überwiegend ist, als im Pfortaderblute.

Rücksichtlich des Gehalts der verschiedenen Blutarten an Wasser und festen Bestandtheilen wurden folgende Zahlenresultate erlangt:

Nr. I. Pfortaderblut: 9,186 Gr. Serum hinterliessen = 0,711 Gr. festen Rückstand; 7,366 Gr. Blutkuchen = 2,262 Gr.; Lebervenenblut: 2,990 Gr. Serum = 0,320 Gr. f. R. und 9,071 Gr. Blutkuchen = 3,157 Gr.

Nr. II. Pfortaderblut: 8,7126 Gr. Serum hinterliessen = 0,733 Gr. festen Rückstand; 4,806 Gr. Blutkuchen = 1,4328 Gr.; Lebervenenblut: 4,9824 Gr. Serum = 0,5225 Gr. f. R. und 11,0618 Gr. Blutkuchen = 3,6685 Gr.

Nr. III. Pfortaderblut: 8,8515 Gr. Serum = 0,7020 Gr. f. R.; 4,5682 Gr. Blutkuchen = 1,3770 Gr.; Lebervenenblut: 6,6455 Gr. Serum = 0,7016 Gr. f. R. und 3,8844 Gr. Blutkuchen = 1,2849 Gr.

Nr. IV. Pfortaderblut: 7,984 Gr. Serum = 0,650 Gr. f. R. und 4,362 Gr. Blutkuchen = 1,308 Gr.; Lebervenenblut: 5,663 Gr. Serum = 0,6066 Gr. f. R. und 3,612 Gr. Blutkuchen = 1,254 Gr. f. R.

Nr. V. Pfortaderblut: 8,5575 Gr. Serum = 0,670 Gr. f. R. und 5,306 Gr. Blutkuchen = 1,2384 Gr.; Lebervenenblut: 4,4895 Gr. Serum = 0,475 Gr. f. R. und 2,4503 Gr. Blutkuchen = 0,7403 Gr.

Nr. VI. Pfortaderblut: 6,814 Gr. Serum = 0,524 Gr. f. R. und 4,141 Gr. Blutkuchen = 0,9956 Gr.; Lebervenenblut: 8,646 Gr. Serum = 0,917 Gr. f. R. und 3,4735 Gr. Blutkuchen = 1,053 Gr. f. R.

In folgender Tabelle sind die Resultate dieser Wägungen übersichtlich zusammengestellt; die Zahlen bedeuten den festen Rückstand in 100 Th. Flüssigkeit.

Digitized by Google

	Pfortaderblut		Lebervenenblut	
Feste Rückst.	Serum	Blutk.	Serum	Blutk.
I.	7,740	30,709	10,702	34,803
II.	8,413	29,811	10,487	33,163
III.	7,931	30,144	10,557	33,491
IV.	8,144	29,989	10,712	34,712
V.	7,829	23,340	10,580	30,213
VI.	7,692	24,042	10,643	30,311

Der Gehalt des Serums beider Blutarten an festen Bestandtheilen ist also selbst unter verschiedenen Verhältnissen ausserordentlich constant; während der Verdauung enthält das Serum des Pfortaderblutes wenig mehr feste Bestandtheile als nach derselben, wogegen in der Concentration des Lebervenenblutserums sich fast gar kein Unterschied zeigt. Auf 100 Th. Wasser kommen im Pfortaderblutserum durchschnittlich 8,646 Th. fester Stoffe, im Lebervenenblutserum aber 11,873 Th.

Der Gehalt des Blutkuchens an festen Bestandtheilen ist in beiden Blutarten je nach der Verdauungszeit verschieden. Während 5 Stunden nach Aufnahme der Nahrungsmittel der Blutkuchen des Pfortaderblutes 30,138% und der des Lebervenenblutes 34,042% fester Stoffe enthält, sind 10 St. nach dem Verzehren von Nahrungsmitteln in jenem nur 23,641% und in diesem nur 30,262% fester Materien enthalten. Diese Differenz kann nicht von einem grössern Wassergehalte der Blutzellen herrühren, sondern von einem verminderten Senkungsvermögen der Blutkörperchen, vermöge dessen eine grössere Menge Serums im Blutkuchen eingeschlossen bleibt; eine Erklärungsweise, die durch die spätern Bestimmungen des im Blutkuchen eingeschlossenen Serums bestätigt wird. Eine verminderte Contractilität des Fibrins kann nicht füglich als Grund dieser Erfahrung angesehen werden, da der fibrinfreie Cruor des Lebervenenblutes sich in dieser Hinsicht ganz analog dem fibrinhaltigen der Pfortader verhielt.

Das Verhältniss des Wassers zu den festen Bestandtheilen im Gesammtblute beider Gefässsysteme wird in der folgenden, nach den obigen Bestimmungen berechneten Tabelle übersichtlich.

Digitized by Google

	Pfortaderblut		Lebervenenblut	
	Wasser	Feste Bestdth.	Wasser	Feste Bestdth.
I.	76,921	23,079	68,646	31,354
II.	77,745	22,255	70,250	29,750
III.	77,878	22,122	70,108	29,892
IV.	77,305	22,695	68,811	31,189
V.	86,234	13,766	74,309	25,691
VI.	85,998	14,001	73,585	26,415

Die aus dieser Tabelle ersichtliche Verminderung der festen Bestandtheile im Blute der Pfortader sowohl als in dem der Lebervenen kann nach dem Obigen nur abhängig sein von einer Verringerung der Blutzellen, wie sie 10 St. nach Aufnahme der Nahrungsmittel, also nach ziemlich absolvirter Verdauung, beobachtet wird.

Faserstoffgehalt des Pfortaderblutes: I. 13,681 Gr. Blutkuchen enthielten 0,1026 Gr. in Wasser unlöslicher und durch Alkohol und Aether von Fett befreiter Materie. II. 23,101 Gr. Blutkuchen gaben = 0,151 Gr. V. 12,487 Gr. Blutkuchen = 0,1817 Gr. Faserstoff.

Also waren im Gesammtblute der Pfortader I. = 0,501%, II. = 0,424% und V. = 0,592% Faserstoff enthalten.

Bestimmung des Albumins und der Salze im Serum der betreffenden Blutarten. Berechnung der übrigen organischen Materien aus dem Verluste.

I. 5,646 Gr. Serum des Pfortaderblutes, mit Essigsäure neutralisirt und erhitzt, gaben nach dem Auswaschen des entstandenen Coagulums mit Wasser und zuletzt mit siedendem Alkohol = 0,350 Gr. Albumin. 9,186 Gr. desselben Serums hinterliessen nach dem Verdunsten einen Rückstand, der beim Verbrennen = 0,0720 Gr. Asche lieferte.

3,882 Gr. Serum des Lebervenenblutes lieferten = 0,290 Gr. Albumin und 2,990 Gr. desselben Serums = 0,0210 Gr. Salze.

II. 24,517 Gr. Serum des Pfortaderblutes lieferten = 1,7155 Gr. Albumin und 8,7162 Gr. ebendesselben = 0,0745 Gr. Asche.

9,8634 Gr. Serum des Lebervenenblutes gaben = 0,767 Gr. Albumin und 4,9824 Gr. ebendesselben = 0,0361 Gr. Asche.

V. 10,955 Gr. Serum des Pfortaderblutes gaben = 0,659 Gr. Albumin und 8,5575 Gr. ebendesselben = 0,0710 Gr. Salze.

Digitized by Google

4,8582 Gr. Serum des Lebervenenblutes lieferten = 0,374 Gr. Albumin und 4,4895 Gr. desselben Serums = 0,0396 Gr. Asche.

Die Constitution des Serums in den verschiedenen Blutarten würde sich nach jenen Wägungen folgendermassen bei der Berechnung auf 100 Th. herausstellen:

	Nr. I.		Nr. II.		Nr. V.	
Serum	Pfortad.	Leberv.	Pfortad.	Leberv.	Pfortad.	Leberv.
Wasser	92,260	89,298	91,587	89,513	92,171	89,420
Albumin	6,199	7,470	6,997	7,776	6,015	7,698
Salze	0,783	0,702	0,855	0,725	0,829	0,882
Extractivstoffe u. Fette	0,758	2,530	0,561	1,986	0,985	2,000

Ehe wir die hier durch Zahlen ausgedrückten Resultate in Worte fassen, wird es nicht unpassend sein, die festen Bestandtheile des Serums beider Blutarten unter einander zu vergleichen ohne Rücksicht auf den Wassergehalt. Gerade diese Vergleichung wird einige Schlüsse auf die Umwandlungen einzelner Blutbestandtheile in der Leber ermöglichen. Ueberdies wurden die festen Rückstände der eingetrockneten Serumproben noch für sich analysirt, theils um den Fettgehalt zu ermitteln, theils um wenigstens ungefähr das Verhältniss der nur in Wasser löslichen Stoffe zu den in Alkohol löslichen kennen zu lernen.

I. 0,9300 Gr. fester Rückstand des Pfortaderblutserums lieferten nach dem eben berührten Verfahren 0,0336 Gr. Fett; nach der Extraction des entfetteten Rückstands mit Spiritus zog Wasser noch 0,0380 Gr. fester Stoffe aus; unlöslich in Wasser, Alkohol und Aether blieben zurück = 0,7616 Gr.

1,068 Gr. fester Rückstand des Lebervenenblutserums enthielten 0,0286 Gr. Fett; nach Extraction mit Spiritus wurden von Wasser noch 0,027 Gr. aufgelöst und 0,7622 Gr. blieben zurück.

II. 3,0616 Gr. fester Rückstand des Pfortaderserums lieferten 0,0993 Gr. Fett, 0,2430 Gr. alkoholisches und spirituöses Extract und 0,1210 Gr. Wasserextract.

1,6375 Gr. Rückstand des Lebervenenblutserums lieferten 0,0322 Gr. Fett und gaben an Alkohol und Spiritus 0,2635 Gr., an Wasser aber 0,0324 Gr. fester Stoffe ab.

V. 4,8987 Gr. Rückstand des Pfortaderblutserums enthielten

Digitized by Google

0,1844 Gr. Fett, gaben nach Extraction mit Spiritus 0,204 Gr. an Wasser ab und hinterliessen 4,0257 Gr. unlöslicher Materie.

2,1033 Gr. Rückstand des Lebervenenblutserums gaben nach Entfernung des Fettes (dessen directe Bestimmung hier verunglückte) 0,1170 Gr. in Alkohol und Spiritus löslicher, 0,053 Gr. nur in Wasser löslicher und 1,5800 Gr. unlöslicher Materien.

Da in diesen Extracten natürlicher Weise die löslichen Salze mit enthalten waren, so lassen wir der Zusammenstellung der auf diesem Wege erhaltenen Resultate die procentische Berechnung der festen Bestandtheile folgen, wie sie sich nach der obenstehenden Tabelle über die Zusammensetzung des flüssigen Serums herausstellt. Auffallen kann es wohl nicht, dass der nach der Behandlung mit den verschiedenen Lösungsmitteln hinterbleibende Rückstand constant etwas erheblicher ausfällt, als das aus dem flüssigen Serum durch Coagulation bestimmte Albumin. Jener Rückstand ist reicher an Erdsalzen, die dem coagulirten Albumin wegen der schwachen Ansäuerung durch Essigsäure nur in weit geringerer Menge folgen.

	Nr. I.		Nr. II.		Nr. V.	
Serumrückstand.	Pf.	Lv.	Pf.	Lv.	Pf.	Lv.
Fett	3,613	2,678	3,243	2,356	3,764	2,505
In Alkohol lösl. Mat.	10,409	23,427	7,937	19,268	9,342	19,826
In Wasser » »	4,086	2,528	3,952	2,443	4,164	2,519
Unlösliches . . .	81,892	71,367	84,868	75,933	82,730	75,120
Albumin	80,090	69,800	83,160	74,140	76,830	72,760
Fett u. Extractivst.	9,794	23,640	6,677	18,947	12,582	19,471
Salze	10,116	6,560	10,163	6,913	10,588	7,769

Im Serum des Lebervenenblutes sind durchschnittlich 3% weniger Wasser enthalten, als in dem des Pfortaderblutes; das letztere erleidet also bei seinem Durchgange durch die Lebercapillaren einen Verlust von 3% Wasser. Nehmen wir die festen Bestandtheile im Serum beider Blutarten als Einheit an, so kommen im Serum des Pfortaderblutes auf 1 Th. fester Stoffe 11,63 Th. Wasser, in dem des Lebervenenblutes aber auf 1 Th. nur 8,44 Th. Demnach würden von dem mit 100 Th. fester Serumstoffe verbundenen Wasser (= 1163 Th.) 319 Th. beim Durchtritte durch die Leber verloren.

Vergleichen wir den Gehalt des flüssigen Serums der Pfort-

Digitized by Google

ader an Albumin mit dem des Lebervenenserums, so zeigt sich in letzterem durchschnittlich ein Plus von 1,266%. Dass diese Zunahme von Albumin nur eine scheinbare, eine relative ist und durch den eben berührten Wasserverlust bedingt wird, geht aus dem Vergleiche der festen Rückstände beider Blutarten und ihres Albumingehalts hervor: denn wir haben im festen Rückstande des Serums der Lebervenen sogar 7,793% Albumin weniger gefunden, als in dem der Pfortader. Da in der Leber nicht wohl ein Zutritt grösserer Mengen anderer fester Stoffe denkbar ist, so muss nothwendiger Weise ein Theil des von der Pfortader her der Leber zugeführten Albumins verloren gehen, möge derselbe zur Bildung farbloser Blutzellen oder zur Gallenbereitung verwendet werden. Von 100 Th. Albumins, die mit dem Serum der Pfortader in die Leber gelangen, sind in dem Lebervenenserum nur noch 90,262 Th. nachzuweisen; es geht also fast genau $^1/_{10}$ des zugeführten Albumins in der Leber in andere Materien über.

Während im flüssigen Serum des Lebervenenblutes fast ebensoviel Salze enthalten sind, als in dem des Pfortaderblutes, so stellt sich jedoch auch hier das Verhältniss der Salze ganz anders heraus bei dem Vergleiche der festen Bestandtheile unter einander. Die Salze sind in noch erheblicherer Abnahme als das Albumin. Von 100 Th. derselben, welche mit dem Serum aus der Pfortader in die Leber treten, gehen durchschnittlich 31,2 verloren und gelangen entweder in die Blutzellen oder in die Galle.

Im festen Rückstande des Serums der Lebervene ist durchschnittlich 1,017% Fett weniger gefunden worden, als in dem der Pfortader; berechnet man diesen Fettgehalt auf flüssiges Serum, so ergiebt sich für das Serum beider Blutarten ein fast ganz gleich grosser Fettgehalt, nämlich 0,27%. Diese Abnahme des Fetts könnte daher wohl nur eine relative sein; wäre sie aber zum Theil absolut, so würde doch die von mir früher aufgestellte Hypothese, Fett trage zur Bildung der harzigen Gallensäuren bei, in dieser sehr geringen Abnahme des Fetts in den Lebercapillaren kaum eine Stütze finden.

Besonders auffällig ist die Zunahme der Extractivstoffe im Lebervenenblutserum gegenüber dem der Pfortader. Diese Zunahme ist allerdings theilweise nur eine relative, da alle andern Bestandtheile des Serums: Wasser, Albumin und Salze, mehr oder weniger abgenommen haben; allein diese Zunahme muss theilweise auch eine absolute sein; dafür spricht schon das

Digitized by Google

reichliche Vorkommen von Zucker in dem Lebervenenblute, besonders aber auch die Erwägung, dass, wenn wir die Extractivstoffe als unveränderliche Grösse in beiden Blutarten annähmen, dann der Verlust, den das Serum in der Leber an Albumin, Salzen und Wasser erleiden müsste, die Grenzen aller Wahrscheinlichkeit übersteigen würde, zumal da wir einerseits nach den vortrefflichen Experimenten *Bidder's*, *C. Schmidt's* und *Stockmann's* die Grösse der Gallenabsonderung so ziemlich genau kennen und andererseits aus der vorliegenden Untersuchung das Aequivalent von Albumin und Salzen ungefähr abschätzen können, was etwa in die Blutzellen beim Durchtritte durch die Leber übergehen könnte.

Da sich für das Serum beider Blutarten kein constanter Factor ausfindig machen lässt, der als Massstab für die absolute Verminderung des Wassers, Albumins, der Salze und Fette und für die absolute Vermehrung der Extractivstoffe sich ansetzen liesse: so kann man aus jenen Wägungen nur mit hoher Wahrscheinlichkeit folgern, dass die Verminderung der einen Stoffe und die Vermehrung der andern gleichzeitig eine absolute und eine relative ist. Das gänzliche Schwinden von Faserstoff und das plötzliche Auftreten erheblicher Mengen von Zucker wird man geneigt in einen causalen Zusammenhang zu bringen, wenn man sich der zuerst von *Berzelius* aufgestellten, von *Liebig* aber und mehreren seiner Schüler durch zahlreiche Thatsachen unterstützten Hypothese erinnert, wornach in den sogenannten Proteinkörpern, analog etwa wie im Salicin, ein Atomenaggregat verborgen sei, welches bei der Trennung vom stickstoffhaltigen Nebenbestandtheile sich in Zucker umwandelt. Sollte das Fibrin wirklich der zuckergebende Stoff sein, so muss es als Proteinkörper völlig zu Grunde gehen und kann darum wohl nicht als Material zur Bildung der farblosen Blutzellen betrachtet werden. Diese können sich unter jener Voraussetzung nur aus dem verloren gehenden Albumin bilden; denn dass dieses zur Gallenbildung und dagegen das Fibrin zur Bildung farbloser Blutzellen verwendet werde, ist nicht wohl denkbar, obgleich natürlich direct nicht zu erweisen.

Fragen wir nun, ob sich ein Unterschied in den eben angedeuteten Verhältnissen herausstellt, wenn wir das Serum beider Blutarten während des Culminationspunktes der Gallenabsonderung vergleichen: so ist in den betreffenden Serumanalysen kaum ein wesentlicher Differenzpunkt zu finden; ja die Abwei-

Digitized by Google

chung der Zahlen der einzelnen Bestandtheile in beiden Serumarten ist sogar während der Culmination der Gallensecretion erheblich geringer, als während der Periode der regsten Verdauung. Hat die Verschiedenheit des Lebervenenblutes von dem Pfortaderblute auch nur zum Theil ihren Grund in der Gallenabsonderung, so könnte diese Erfahrung doch Zweifel erregen an der Richtigkeit des von *Stockmann* angegebenen Zeitpunktes, in welchem am meisten Galle abgesondert werden soll. Diese Zweifel schwinden aber, wenn man erwägt, dass, wie wir oben gesehen haben, während der Verdauung relativ weniger Serum in die Leber gelangt, nach beendeter Verdauung aber (10 St. nach Aufnahme der Nahrungsmittel) sich sehr viel dem früheren übrigens gleich constituirtes Serum (neben wenig Blutzellen) in die Leber ergiesst. Dasselbe Volumen Blut, welches während der Verdauung ungefähr 345 Th. Serum liefert, enthält nach beendeter Verdauung 630 Th. Serum; die Menge des von der Leber abfliessenden Serums ist aber im letzteren Falle ebenfalls grösser als im ersteren. Findet also auch nach beendeter Verdauung eine reichlichere Gallenabsonderung statt, als vor Beendigung derselben, so wird sich deren Einfluss bei reichlichem Zufluss von Serum doch nicht so grell auf die Constitution des Serums reflectiren, als bei spärlichem. Es müssen sich alsdann in den Gesammtverhältnissen gerade geringere Differenzen herausstellen, als wenn nur wenig zu verwandelndes Material zuströmt. Dass übrigens das Material zur Gallenbildung vorzugsweise in dem des Pfortaderblutes und nicht in den »alternden, absterbenden« Blutkörperchen zu suchen sei, leuchtet fast aus allen Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung ein und wird aus den Vergleichsanalysen des Blutkuchens oder der Blutkörperchen noch deutlicher hervorgehen.

Quantitative Bestimmung der coagulablen Materie der Blutkuchenflüssigkeit, ihres Eisen- und Salzgehalts. Berechnung der Extractivstoffe aus dem Verluste.

I. 8,5144 Gr. Cruor des Pfortaderblutes, mit Wasser stark verdünnt und mit Essigsäure schwach angesäuert, gaben beim Kochen ein Coagulum, welches nach dem Auswaschen mit heissem Wasser und zuletzt mit heissem Alkohol und nach dem Trocknen = 2,3642 Gr. wog; diese hinterliessen beim Verbrennen 0,0110 Gr. Asche, worin 0,0084 Gr. Eisenoxyd gefunden

Digitized by Google

wurden. 7,366 Gr. Cruor, wohl getrocknet und eingeäschert, lieferten 0,0630 Gr. Salze, in denen 0,007 Gr. Eisenoxyd gefunden wurden.

6,504 Gr. Cruor des Lebervenenblutes lieferten 1,9942 Gr. coagulabler Materie, die 0,007 Gr. Asche mit 0,0038 Gr. Eisenoxyd hinterliess.

9,071 Gr. Cruor desselben Blutes hinterliessen nach dem Trocknen und Verbrennen 0,0920 Gr. Asche, worin 0,005 Gr. Eisenoxyd.

II. 11,5033 Gr. Cruor des Pfortaderblutes gaben 3,0825 Gr. coagulabler Materie, in welcher 0,203 Gr. Asche und darin 0,0148 Gr. Eisenoxyd enthalten waren. 4,8060 Gr. desselben Cruors gaben nach dem Trocknen und Verbrennen 0,0481 Gr. Asche, worin, 0,0061 Gr. Eisenoxyd.

14,0182 Gr. Cruor des Lebervenenblutes lieferten 4,0575 Gr. coagulabler Materie mit 0,295 Gr. Asche, worin 0,0152 Gr. Eisenoxyd. 11,0618 Gr. Cruor desselben Blutes erzeugten beim Trocknen und Einäschern 0,1043 Gr. Salze, worin 0,0122 Gr. Eisenoxyd.

V. 7,3397 Gr. Cruor vom Pfortaderblute enthielt 1,6575 Gr. coagulabler Materie mit 0,0115 Gr. Asche, worin 0,0084 Gr. Eisenoxyd. 5,3060 Gr. Cruor desselben Blutes lieferten nach dem Trocknen und Verbrennen 0,0414 Gr. Asche, worin 0,0054 Gr. Eisenoxyd.

6,7051 Gr. Cruor vom Lebervenenblute gab 1,8560 Gr. Coagulum mit 0,0135 Gr. Asche, worin 0,070 Gr. Eisenoxyd. 2,4503 Gr. Cruor desselben Blutes enthielten 0,0235 Gr. Mineralstoffe, worunter 0,0026 Gr. Eisenoxyd.

Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, dass in der procentischen Zusammenstellung dieser Bestimmungen die coagulable Materie aschenfrei berechnet und ihr ausserdem der Sauerstoff des gefundenen Eisenoxyds zugerechnet ist. Die Extractivstoffe ergeben sich aus den Differenzen des festen Rückstands und der Summe der direct bestimmten Stoffe. Das Eisenoxyd wurde doppelt bestimmt in der Asche des festen Rückstands so wie in der des Coagulums, da hier wegen der höchst geringen Mengen des fraglichen Stoffs eine solche Controle unerlässlich erschien. Auch nur der Eisenbestimmung halber wurden zur Ermittlung der coagulablen Materien des Cruors so grosse Mengen verwendet, wie sie nach den gewöhnlichen Regeln zoochemischer Analyse, um genaue Messungen zu erhalten, sonst nicht verbraucht wer-

Digitized by Google

den dürfen. Aus dem Eisengehalte den Gehalt an Hämatin zu berechnen, habe ich hier unterlassen, da sich alsdann diese Zusammenstellung allzusehr von den directen Ergebnissen der Beobachtung entfernen würde.

	Nr. I.		Nr. II.		Nr. V.	
Cruor.	Pf.	Lv.	Pf.	Lv.	Pf.	Lv.
Wasser	69,291	65,197	70,189	66,837	76,660	69,787
Coagulable Mat. .	27,668	30,570	26,660	28,768	22,461	27,511
Eisen (metall.) . .	0,066	0,038	0,088	0,076	0,079	0,071
Fette u. Extractivst.	2,216	3,236	2,356	3,504	0,452	1,775
Salze	0,759	0,959	0,707	0,815	0,648	0,856

Obgleich ich auch beim Cruor, ganz wie beim Serum, den festen Rückstand mit den verschiedenen Lösungsmitteln behandelt und somit quantitativ den Gehalt an Fett wie an Extractivstoffen zu bestimmen gesucht habe, so unterlasse ich es doch, hier die Zahlenresultate mitzutheilen, da diese Art der Analyse des Cruors zu keinen einigermassen genauern Resultaten führen kann. Was wir oben bereits über Misslichkeit der Fettbestimmung im Cruor erwähnt haben, gilt fast in höherm Grade noch von den andern extractiven Materien; diesen gesellen sich nicht bloss Hämatin, sondern auch andere Stoffe bei, die erst durch die Behandlung mit heissem Wasser oder durch das scharfe Trocknen erzeugt zu werden scheinen; wenigstens bedarf dieser Gegenstand an sich erst noch einer besondern Untersuchung. Wir stellen deshalb die Proportionen der festen Bestandtheile des Cruors unter einander zusammen, wie sie sich nach obigen Analysen des feuchten Cruors berechnen.

	Nr. I.		Nr. II.		Nr. V.	
Feste Stoffe d. Cruors.	Pf.	Lv.	Pf.	Lv.	Pf.	Lv.
Coagulable Materie	90,097	87,837	89,430	86,747	96,233	91,056
Eisen	0,215	0,109	0,295	0,229	0,338	0,235
Fett u. Extract. .	7,216	9,299	7,903	10,566	0,649	5,876
Salze	2,472	2,755	2,372	2,458	2,780	2,833

Digitized by Google

Eine oberflächliche Betrachtung dieser Tabellen lässt schon erkennen, dass rücksichlich des Cruors beider Blutarten ziemlich dieselben Verhältnisse stattfinden, wie wir sie beim Vergleiche der Serumbestandtheile beider Blutarten kennen gelernt haben. Verminderung des Wassers und der coagulablen Materie und Vermehrung der Extractivstoffe; die Grössen der Abweichungen sind indessen bei Weitem geringer, als beim Serum. Ein auffallender und sehr bemerkenswerther Unterschied stellt sich jedoch heraus, dass im Cruor (im directesten Gegensatz zum Serum) nach dem Durchgange des Blutes durch die Lebercapillaren mehr Salze enthalten sind, als im Cruor des von der Pfortader aus der Leber zuströmenden Blutes. Die im Ganzen nur geringere Steigerung des Salzgehalts im Cruor der Lebervenen würde wohl nur als eine relative (durch Verminderung der coagulablen Materie und des Wassers bedingte) anzusehen sein, wenn nicht der Cruor des Lebervenenblutes weit mehr feste Serumbestandtheile eingeschlossen hielte, als der des Pfortaderblutes, und dadurch gerade die Zunahme der Zahl der Salze herabgedrückt werden müsste. Es lässt sich also schon hieraus schliessen, dass die Zunahme der Salze im Lebervenencruor eine absolute ist, und dass ein Theil der aus dem Serum bei dessen Durchgange durch die Leber verschwindenden Salze in der That nicht mit der Galle ausgeschieden wird, sondern im Blute verbleibend in die Zellen desselben übergeht. Es dürfte wohl auch hieraus recht deutlich hervorgehen, dass den Blutzellen gewisse lösliche Salze ganz unabhängig vom Serum angehören müssen, und dass die Blutkörperchen nicht als bloss durchtränkt von der Lösung der Serumsalze angesehen werden dürfen.

Was die Verschiedenheit des Eisengehalts in beiden Blutarten betrifft, so weist diese, möge man die Zusammensetzung des feuchten oder des trocknen Cruors vergleichen, darauf hin, dass in den Blutzellen des Pfortaderblutes mehr Eisen enthalten ist, als in denen des Lebervenenblutes; dies scheint mit den Behauptungen Derer in einigem Einklange zu stehen, denen die Körperchen des Pfortaderblutes stärker tingirt vorgekommen sind, als die andern Blutes, andrerseits könnte aber wohl die oben erwähnte Verschiedenheit der Färbung des Pfort- ader- und Lebervenenblutkuchens wenigstens zum Theil von dem verschiedenen Gehalte an Eisen, d. h. an Hämatin, abhängig sein. Indessen lässt sich hierüber nicht eher entscheiden, als

Digitized by Google

bis wir erfahren haben, wie viel Serum im Cruor des einen und wie viel in dem des andern eingeschlossen sei: denn enthielte der Lebervenenblutkuchen sehr viel mehr Serum, als der der Pfortader, so müsste nothwendiger Weise der Eisengehalt des erstern dem des letztern gegenüber sehr herabgedrückt erscheinen.

Der Einfluss der Verdauung beschränkt sich nach den hier von den verschiedenen Cruorarten vorliegenden Analysen auf die oben bereits beim Serum angedeuteten Verhältnisse. Der Cruor in beiden Blutarten ist 10 St. nach Aufnahme der Nahrungsmittel wasserreicher als 5 St. nach derselben, eine Erfahrung, die durch den grössern Gehalt des in beiden Cruorarten eingeschlossenen Serums bedingt ist. Bemerkenswerth ist aber, dass sich nach beendeter Verdauung (10 St. nach Aufnahme der Nahrungsmittel) in beiden Cruorarten (vergleiche man die Zusammensetzung der feuchten oder der getrockneten) bei Weitem weniger Extractivstoffe finden, als vor Beendung der Verdauung (5 St. nach dem Füttern); die Differenz ist so gross, dass sich im Lebervenenblutcruor (10 St. n. d. F.) weniger Extractivstoffe finden, als sonst (5 St. n. d. F.) im Pfortaderblutkuchen. Die Progression aber, die zwischen dem Extractgehalte des Pfortadercruors und Lebervenencruors stattfindet, scheint während wie nach der Verdauung dieselbe, also unabhängig von dieser zu sein, obwohl die oben sub V. berechneten Zahlen eine durchaus verschiedene Proportion ergeben. Die Zahl der Extractivstoffe im Pfortaderblutcruor Nr. V. ist zu gering; es hat nämlich bei der Bestimmung des festen Rückstands desselben ein Verlust stattgefunden; da Salze und coagulable Materien direct bestimmt wurden, so musste sich bei der Berechnung der Extractivstoffe aus der Differenz des festen Rückstands und jener Bestandtheile der Fehler auf diese Stoffe übertragen. Obgleich dieser Fehler aus der eben angeführten Analyse von Analyse Nr. VI. leicht corrigirt werden konnte, so führten wir die vorliegende Berechnung doch pflichtschuldigst ohne Emendation aus, da die Berechnung dieser Stoffe trotzdem immer eine fingirte Grösse bleiben würde.

Eine bessere Einsicht in die Stoffbewegungen, welche im Blute zwischen Zellen und Intercellularflüssigkeit und bei dem Durchgange des Blutes durch gewisse Organe in quantitativer wie in qualitativer Hinsicht vor sich gehen, wird man nur dann

Digitized by Google

erlangen können, wenn es gelungen sein wird, genau die Menge der im Blute suspendirten Zellen und ihrer Bestandtheile, so wie die der Intercellularflüssigkeit (d. h. des Liquor sanguinis, des Plasma's) zu ermitteln. Dies ist ein längst gefühltes Bedürfniss, welches man durch solche Surrogate, wie Berechnung der trocknen Blutkörperchen u. s. w., nur kärglich zu befriedigen vermocht hat. *C. Schmidt* hat jüngst (Charakteristik der Cholera, Leipzig u. Mitau 1850, S. 16—28) einen bedeutenden Schritt näher gethan zur Lösung jenes Problems; derselbe ist durch mehrere geistvoll durchgeführte Untersuchungen zu dem Resultate gelangt, dass die nach *Prevost* und *Dumas* für sogenannte trockne Blutkörperchen berechnete Zahl mit 4 zu vervielfältigen ist, um den Gehalt des Blutes an feuchten Blutzellen zu erfahren. Ich glaube auf einem andern Wege dem Ziele nahe zu sein (ohne einen solchen constanten Coëfficienten für jedes einzelne, der Untersuchung vorliegende Blut), den Gehalt an Zellen bestimmen zu können; die bis jetzt mir vorliegenden Versuche dieser Art bestätigen nahe zu die *Schmidt*'sche Berechnungsweise als eine der Wahrheit sehr nahe kommende Methode. Kann aber auch das *Schmidt*'sche Verfahren nur zu approximativen Bestimmungen führen (denn es ist schon an sich klar, dass Reichthum oder Armuth des Bluts an farblosen Blutzellen und manche andere Verhältnisse jenen Coëfficienten modificiren müssen), so ist sie doch für jetzt noch das einzige Mittel, um den Gehalt der Blutzellen an löslichen, nicht coagulablen Bestandtheilen zur Anschauung zu bringen, und um aus einer Blutanalyse sichere Folgerungen über gewisse thierische Stoffbewegungen, kurz wahrhaft physiologische Schlüsse ableiten zu können. Folgende Tabelle, in welcher die *Schmidt*'sche Berechnungsweise nach eigenen Bestimmungen etwas modificirt ist, giebt daher nur ein allgemeineres Bild (da die einzelnen Zahlen nur als approximative Bestimmungen angesehen werden dürfen) über die Vertheilung der löslichen und coagulablen Stoffe auf Zellen und Intercellularflüssigkeit in den verschiedenen Arten untersuchten Blutes.

Digitized by Google

	Nr. I.		Nr. II.		Nr. V.	
	Pf.	Lv.	Pf.	Lv.	Pf.	Lv.
Blutzellen . .	600,520	776,396	572,632	743,400	256,928	578,476
Intercellularflgk.	399,480	223,604	427,368	256,600	743,072	421,524
	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000
Blutzellen . .	600,520	776,396	572,632	743,400	256,928	578,476
Wasser . . .	405,275	486,785	389,914	474,490	184,977	366,464
Coagulable Materie	176,420	255,941	163,326	234,852	73,182	197,026
Eisen (metall.) .	0,430	0,325	0,569	0,641	0,279	0,584
Fett u. Extractivst.	13,958	25,692	14,848	27,568	—	9,838
Salze	4,445	7,653	3,975	6,149	1,490	4,902
Intercellularfl. .	399,480	223,604	427,368	256,600	743,072	421,524
Wasser . . .	363,938	199,674	387,530	229,690	679,440	376,927
Fibrin	5,010	—	4,240	—	5,920	—
Albumin . . .	24,453	16,703	29,603	19,952	44,340	32,449
Fette	1,103	0,640	1,154	0,634	2,172	1,117
Extractivstoffe .	1,887	5,047	1,223	4,464	5,089	7,566
Salze	3,089	1,570	3,648	1,860	6,111	3,465

Nach dieser Uebersicht möchten wir zuerst unser Augenmerk auf die Mengen des in dem Cruor der verschiedenen Blutarten eingeschlossenen Serums richten. Es stellt sich hier das ganz unerwartete Verhältniss heraus, dass im Cruor der verschiedenen Blutarten eines und desselben Thieres gleich viel Blutkörperchen von derselben Gewichtsmenge Serum umgeben sind, trotz der verschiedenen Dichtigkeit des Serums beider Blutarten. 1000 Th. Blutkörperchen sind im Cruor des Pfortaderwie des Lebervenenblutes von Nr. I. mit nahe 108 Th. Serum noch vermengt, in den beiden Cruorarten von Nr. II. mit 133 Th. und in dem von Nr. V. mit ungefähr 340 Th. Ein ganz analoges Resultat stellt sich heraus, wenn wir die oben für Nr. III. IV. und VI. gemachten Bestimmungen der Berechnung des im Cruor eingeschlossenen Serums zu Grunde legen. Dieser Umstand ist um so auffallender, als nicht nur das Serum in beiden Blutarten sich durch den Gehalt an festen Bestandtheilen unterscheidet, sondern als auch, wie wir gesehen haben, die Blutkörperchen des Pfortaderblutes sich ganz anders zusammenzulagern pflegen, als die des Lebervenenblutes. Sollten weitere Untersuchungen diese Erfahrung bestätigen, so würde noch der Umstand Beach-

Digitized by Google

tung verdienen, dass in Nr. V. und VI. (10 St. nach dem letzten Futter), wo beide Blutarten reicher an Serum, ärmer an Zellen sind, der Cruor weit mehr Serum einschliesst, als in den andern Fällen.

Von der Verringerung des Albumins beim Durchtritte des Blutes durch die Lebercapillaren ist schon oben beim Vergleiche des Serums der beiderseitigen Blutarten die Rede gewesen; diese Verminderung wird noch augenfälliger beim Vergleiche des Gesammtblutes. In einer gleich grossen Menge Lebervenenblutes findet sich fast genau $^1/_3$ Albumin weniger, als im entsprechenden Pfortaderblute. Die Differenzen in den übrigen dem Serum angehörigen Blutbestandtheilen treten in der Gesammtanalyse beider Blutarten um so mehr hervor, da das Lebervenenblut constant ärmer an Serum ist, als das der Pfortader. Doch ehe wir aus obigen Gesammtanalysen beider Blutarten weitere Folgerungen ableiten, suchen wir die Constitution der Zellen beider Blutarten für sich vergleichsfähig zu machen durch Berechnung obiger Ergebnisse auf 100 Th., wie in folgender Tabelle geschehen ist.

Blutzellen.	Nr. I.		Nr. II.		Nr. V.	
	Pf.	Lv.	Pf.	Lv.	Pf.	Lv.
Wasser	67,487	62,698	68,092	63,788	70,829	63,299
Coagulable Materie	29,377	32,965	28,522	31,591	28,483	34,059
Eisen	0,071	0,042	0,099	0,086	0,108	0,094
Fett u. Extractivst.	2,323	3,309	2,593	3,708	—	1,701
Salze	0,742	0,986	0,694	0,827	0,580	0,847

Ehe wir die Unterschiede in der Constitution der Blutzelle der Pfortader und Lebervenen einzeln betrachten, sei hier die vorläufige Bemerkung erlaubt, dass die Zusammensetzung der Pfortaderblutzelle sich sehr wenig von der Zelle anderer Venen unterscheidet; anderes Venenblut enthält Zellen, die nach den mir bis jetzt vorliegenden Untersuchungen durchschnittlich 31,5% feste Bestandtheile, unter diesen 29 bis 30 Th. Globulin und Hämatin und 0,3 bis 0,6 Th. Salze enthalten. Es geht also auch hieraus wiederum hervor, dass das Pfortaderblut sehr wenig von andern Venenblut verschieden ist, während das Lebervenenblut ganz eigenthümliche Verhältnisse zeigt.

Digitized by Google

Zunächst ist aus dieser Tabelle ersichtlich, dass die Blutzellen des Lebervenenblutes mehr feste Bestandtheile und weniger Wasser enthalten, als die des Pfortaderblutes; diese Erfahrung war gar nicht anders zu erwarten, da das Serum der Lebervene bei Weitem dichter ist, als das der Pfortader. Beherzigenswerth ist aber der Umstand, dass die Verminderung des Gehalts an Blutkörperchen nach beendeter Verdauung keinen Einfluss auf das Verhältniss zwischen Wasser und festen Bestandtheilen der Blutkörperchen selbst weder im Pfortaderblute noch im Lebervenenblute ausübt; das Pfortaderblutkörperchen enthält während der Verdauung wie nach derselben circa 68% Wasser, das Lebervenenblutkörperchen aber etwas über 63%. Der Wassergehalt in Nr. V. Pf. ist wegen des oben bereits erwähnten Fehlers etwas zu hoch ausgefallen. Während der Verdauung enthält die Pfortaderblutzelle ungefähr 3% coagulablen Stoffs weniger, als die Lebervenenblutzelle. Nach beendeter Verdauung ist die Differenz etwas grösser; das Lebervenenblutkörperchen enthält fast 2% coagulablen Stoffs mehr, als während der Verdauung, wogegen das Pfortaderblutkörperchen während wie nach der Verdauung fast gleich viel coagulablen Stoffs führt.

Interessanter noch ist die Verschiedenheit im Eisengehalte beider Arten von Blutkörperchen, auf welche kaum ein grosser Werth zu legen sein möchte, wenn nicht auch in den oben mitgetheilten Bestimmungen des Eisengehalts im Gesammtblute sich constant herausgestellt hätte, dass im Lebervenenblute relativ weniger Eisen enthalten ist, als im Pfortaderblute. Wenn man das Verhältniss des Eisens zu den übrigen festen Bestandtheilen der Blutkörperchen in Betracht zieht, so wird die Differenz zwischen dem Hämatingehalte der Pfortaderblutkörperchen und derer des Lebervenenblutes noch sichtlicher. Ob der Mindergehalt an Eisen in den Blutkörperchen des Lebervenenblutes lediglich durch das Auftreten zahlreicher farbloser Blutzellen oder durch directen Austritt von Eisen aus dem Blute in die Galle oder andere Verhältnisse bedingt werde, muss wenigstens so lange dahingestellt bleiben, als nicht noch genauere Bestimmungen des Eisengehalts beider Blutarten vorliegen. Eben so unentschieden muss es bleiben, ob die in Nr. V. gefundenen grössern Mengen von Eisen nur zufällig in beiden Blutarten vorhanden waren, oder ob die Blutzellen beider Blutarten nach beendeter Verdauung überhaupt reicher an Eisen sind.

Digitized by Google

Ganz wie im Serum des Lebervenenblutes finden wir auch in den Zellen desselben die Extractivstoffe in grösserer Menge als in denen des Pfortaderblutes; ja aus der Uebersicht der Constitution des Gesammtblutes ergiebt sich, dass die Blutzellen überhaupt weit mehr die Träger der Extractivstoffe sind, als die Intercellularflüssigkeit, trotzdem dass die letztere für sich absolut weit mehr dieser Stoffe aufgelöst enthält, als eine gleich grosse Gewichtsmenge Blutzellen. Ganz so wie beim Serum, finden wir, dass nach vollendeter Verdauung auch in den Blutzellen weniger extractive Materien enthalten sind, als während derselben. Das entgegengesetzte Verhältniss gilt von den Salzen: während die Intercellularflüssigkeit bei ihrem Durchtritte durch die Leber Salze verliert, sehen wir die Blutzellen reicher an Mineralstoffen werden. Dieser schon oben kurz berührte Umstand weist mit hoher Wahrscheinlichkeit darauf hin, dass der Salzgehalt der Intercellularflüssigkeit zum Theil in die im Lebervenenblute mit einem Male erscheinenden farblosen Blutzellen übergeht oder vielleicht zu deren Bildung mit beiträgt. Am ersichtlichsten ist dieses Verhältniss, wenn man in obiger Tabelle, die Gesammtconstitution der fraglichen Blutarten betreffend, die Zahlen der Salze in Zellen und Flüssigkeit der Pfortader mit denen der Lebervenen vergleicht.

Der Vergleich der Salze in beiden Blutarten kann uns vielleicht auf die Beantwortung einer wichtigen Frage leiten. Obigen Analysen zufolge finden sich im Pfortaderblute constant fast genau 7,5 p. m. Salze, im Lebervenenblute dagegen ebenfalls ziemlich übereinstimmend (während und nach der Verdauung) 8,5 p. m. Das Blut nimmt nun in der Leber schwerlich Salze auf, ja sicher verliert es welche, da mit der Galle wenigstens viel Chloralkalien austreten. Das 1 p. m. betragende Plus von Salzen im Lebervenenblute lässt sich also nicht anders erklären, als dass ein entsprechender Theil organischer Materie sammt Wasser in den Lebercapillaren verloren gegangen ist. Dieser Verlust kann nun nicht die Blutkörperchen betreffen, denn diese sind mindestens relativ vermehrt, die farblosen aber absolut: daher kann jener Verlust sich nur auf die Intercellularflüssigkeit beziehen; da nun auf 1 Th. Salze ungefähr 120 Th. Intercellularflüssigkeit kommen, so müssen von 1000 Th. Pfortaderblut in der Leber mindestens 120 Th. Intercellularflüssigkeit verloren gehen, um das (1 p. m.) Plus der Salze im Lebervenenblute zu bedingen. Nun gehen aber in die Galle (und wohl auch in die

Digitized by Google

Lymphgefässe) nicht bloss die Umwandlungsproducte jener Menge von Intercellularflüssigkeit über, sondern ebenfalls noch Salze. Der Verlust an Blutflüssigkeit muss daher noch viel bedeutender sein als der aus dem Plus von Salzen im Lebervenenblute berechnete. Verlieren nämlich 1000 Th. Pfortaderblut 120 Th. Intercellularflüssigkeit, so würde das Lebervenenblut aus 682 Th. Blutzellen und 318 Th. Blutflüssigkeit zusammengesetzt gefunden werden müssen; dann wären aber, wie gesagt, immer noch keine Salze zur Gallenbildung da. Nehmen wir an, dass die Blutkörperchen in der Leber keine Zunahme erleiden, dass aber 1000 Th. Pfortaderblut beim Durchgange durch die Leber 200 Th. Intercellularflüssigkeit verlieren, so würde die daraus resultirende Zusammensetzung des Lebervenenblutes in 1000 Th. = 750 Th. Zellen und 250 Th. Flüssigkeit ergeben, ein Verhältniss, wie wir es in der That 5 St. nach Aufnahme von Nahrungsmitteln (und zwar in 4 Fällen) gefunden haben. Dabei blieben noch die Salze von 80 Th. Intercellularflüssigkeit = 0,66 Th. für die Gallenbildung übrig. Unter einer gleichen Voraussetzung müsste das 10 St. nach Aufnahme von Nahrungsmitteln sich in die Leber ergiessende Blut sein halbes Gewicht an Serum (also 500 Th. von 1000 Th. Blut) verlieren, um nach seinem Durchgange durch die Lebercapillaren die Constitution des Lebervenenblutes (10 St. n. d. F.) zu erlangen. So sehr diese Berechnung im Einklange mit der Erfahrung, dass 10 St. nach dem Essen die Gallenabsonderung am reichlichsten ist, auch stehen mag, so bleibt doch der Verlust der ganzen Hälfte des Gesammtblutes in der Leber im höchsten Grade unwahrscheinlich. Das Plus der Blutzellen und das Minus der Blutflüssigkeit im Lebervenenblute (dem Pfortaderblute gegenüber) kann also nicht allein auf einer absoluten Verminderung der Intercellularflüssigkeit beruhen, sondern sie muss zugleich auch durch eine absolute Vermehrung der Blutzellen bedingt werden, eine Folgerung, die durch die directe Beobachtung einer ungewöhnlichen Zunahme farbloser Blutkörperchen im Lebervenenblute wesentlich unterstützt wird.

Fassen wir die Resultate dieser Untersuchungen, die wir durchaus nur als vorläufige betrachtet wissen möchten, kurz zusammen, so ergiebt sich Folgendes:

1) Das Pfortaderblut der Pferde zeigt 5 und 10 Stunden nach Aufnahme von Nahrungsmitteln in seinen physikalischen Eigenschaften ebensowenig als in seiner chemischen Constitution eine wesentliche Verschiedenheit von gewöhnlichem Venenblute.

Digitized by Google

2) Des Lebervenenblutes rothe Zellen sind kleiner und zugleich weniger linsenförmig als die des Pfortaderblutes.

3) Auch Pfortaderblut enthält, gleich dem anderer Venen, farblose Körperchen. Das Lebervenenblut enthält weit mehr farblose Zellen als das irgend einer andern Vene (ausser dem der Milz); diese Zellen sind aber im Lebervenenblute unter einander sehr verschieden, theils in ihrer Grösse, theils in ihrer Gestalt.

4) Der Faserstoff des Pfortaderblutes der Pferde ist identisch mit dem andern Venenblutes.

5) Das Lebervenenblut enthält entweder gar kein Fibrin, oder zuweilen nur höchst geringe Mengen.

6) Die Hüllenmembranen der grossen Mehrzahl der farbigen Blutkörperchen der Lebervene sind durch Wasser nicht unsichtbar zu machen.

7) Im Pfortaderblute findet sich äusserst wenig Zucker, im Lebervenenblute dagegen mehr als in dem jeder andern Vene.

8) Die eigenthümlichen Bestandtheile der Galle oder ihre nächsten Zersetzungsproducte sind im Pfortaderblute nicht nachzuweisen.

9) Das Lebervenenblut scheidet stets mehr Cruor und weniger Serum ab, als anderes Venenblut oder auch Arterienblut; es enthält 5 St. nach dem Füttern durchschnittlich $^1/_5$ mehr Blutzellen, als das entsprechende Blut der Pfortader.

10) Die Dichtigkeit des Serums beider Blutarten schwankt nur wenig während und nach der Verdauung; die festen Bestandtheile des Pfortaderblutserums differiren zwischen 7,7 und 8,4%, die des Serums der Lebervene nur zwischen 10,5 und 10,7%.

11) Das Serum des Lebervenenblutes enthält mehr Albumin, weniger Salze und bedeutend mehr Extractivstoffe, als das des entsprechenden Pfortaderblutes. Vergleicht man aber nur die Bestandtheile des festen Rückstands beider Blutsera unter einander, so findet sich im Serumrückstande des Lebervenenblutes ungefähr $^1/_8$ weniger Albumin, $^1/_4$ weniger Fett, 2 bis 3 Mal mehr Extractivstoffe und fast die Hälfte weniger Salze als im Serumrückstande des entsprechenden Pfortaderblutes.

12) Die Blutzellen des Pfortaderblutes sind reicher an Wasser und besonders an Eisen, dagegen ärmer an Globulin, Extractivstoffen und Salzen, als die des Lebervenenblutes.

13) Pfortaderblut so wie Lebervenenblut sind 10 St. nach

Digitized by Google

Aufnahme von Nahrungsmitteln ärmer an Blutzellen, als 5 St. nach derselben. Die erwähnten Differenzen zwischen Pfortader- und Lebervenenblut sind 10 St. nach dem Füttern durchgängig minder bedeutend, als 5 St. nach demselben.

Die hauptsächlichsten Schlussfolgerungen, zu denen wir durch diese Thatsachen veranlasst werden, sind:

1) Die Galle wird erst in der Leber aus Substanzen gebildet, welche keine chemische Aehnlichkeit mit den Hauptsubstanzen der Galle an sich tragen.

2) In der Leber geht eine gewisse Menge Fibrin zu Grunde, wird aber wahrscheinlich nicht zur Bildung farbloser Blutzellen verwendet, sondern zur Gallenbereitung und vielleicht zur Zuckerbildung.

3) *Bernard's* Hypothese, dass in der Leber Zucker bereitet werde, findet auch in diesen Versuchen volle Bestätigung.

4) In der Leber wird ein grosser Theil des derselben zugeführten Albumins metamorphosirt und wahrscheinlich vorzugsweise zur Bildung neuer Blutzellen verwendet.

5) In der Leber werden neben der Galle eine Menge Extractivstoffe gebildet, welche ebensowohl in den Zellen als in der Intercellularflüssigkeit des Lebervenenblutes angehäuft gefunden werden und von dort in die Gesammtblutmasse übergehen.

6) Die Serumsalze des Pfortaderblutes werden zum Theil zur Gallenbildung verwendet, zum grössern Theil aber treten sie in die Blutzellen des Lebervenenblutes über.

7) Nicht die Blutkörperchen des Pfortaderblutes, sondern dessen Intercellularflüssigkeit liefert die Stoffe, aus welchen Galle gebildet wird.

8) In den Lebercapillaren wird entweder die Zahl der Blutkörperchen vermehrt (d. h. es werden neue gebildet) oder jedes einzelne muss eine erhebliche Zunahme an festen Substanzen erleiden; die erstere Deutungsweise der vorliegenden Thatsachen ist die wahrscheinlichere.

9) Zehn Stunden nach dem Füttern der Pferde muss die Gallenabsonderung derselben reichlicher sein, als 5 St. nach demselben.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass mehrere der hier gemachten Folgerungen noch weiterer Bestätigung bedürfen durch Anstellung einer grössern Reihe von Vergleichsanalysen, mit denen wir eben noch beschäftigt sind. Mehrere der Ergebnisse

Digitized by Google

vorliegender Versuche haben uns mehr zu Aufstellung neuer Fragen veranlasst, als zu inductiven Schlüssen berechtigt. Besondere Beachtung verdient noch das Verhältniss der verschiedenen Salze in beiden Blutarten und insbesondere ihre verschiedenartige Vertheilung auf Blutzellen und Intercellularflüssigkeit. Der Prüfstein aber der Schlüsse, die aus der Untersuchung beider Blutarten gezogen werden mögen, wird eine beziehungsweise Untersuchung der Galle der Pferde sein, eine Untersuchung, die bis jetzt noch nicht zu recht schlussfertigen Resultaten geführt hat, da immer wegen Mangels der Gallenblase bei Pferden nur sehr geringe Quantitäten dieser Flüssigkeit erlangt werden können. Vorstehende Mittheilung möge aber um so mehr als eine vorläufige betrachtet werden, als sie nur dazu dienen soll, die Wege anzudeuten, auf welchen wir die Verschiedenheit des Blutes in verschiedenen Gefässen, die Veränderung desselben in verschiedenen Capillarsystemen, den Einfluss einzelner Organe auf die Constitution des Blutes und gewisser Secretionsverhältnisse zu erforschen gedenken. Es dürfte aber Manchem vielleicht auffallend erscheinen, dass wir von den uns bereits vorliegenden Untersuchungen gerade die über das Blut der Pfortader und Lebervenen als Beispiel gewählt haben, da ja hierbei das endliche Urtheil über die Umwandlung des Blutes in der Leber durch den Zufluss des von der Leberarterie herrührenden Blutes getrübt wird. Die Zufuhr des Blutes von Seiten der Leberarterie ist keineswegs unberücksichtigt zu lassen, allein ihr Einfluss auf die Constitution des Lebervenenblutes wird für nicht erheblich gehalten werden können, wenn man erwägt, erstens, dass das Blut jener Arterie, nachdem es zur Ernährung der Gefässe und Gänge der Leber gedient hat, durch die *Venulae advehentes* den Verzweigungen der Pfortader zuströmt, um in deren Capillaren mit an den dort vor sich gehenden Processen Theil zu nehmen, und dass das Lumen der Leberarterie (nach *Krause*) nur 4,909 Quadratlinien, das des Pfortaderstammes aber = 38,484 Quadratlinien hält, und dass endlich die Lymphgefässe wahrscheinlich nur das Material, welches aus der durch die Leberarterie vermittelten Ernährung der Lebergefässe und Gänge hervorgegangen ist, und ausser diesem vielleicht noch bereits gebildete Gallenstoffe abführen. Wenn diese Gründe uns also nicht abhalten konnten, einen Vergleich zwischen der Constitution des Pfortaderblutes und jenes der Lebervenen anzustellen, so bestimmten uns dazu vielmehr ebensowohl das Volumen oder die

Digitized by Google

Grösse des betreffenden Organes, als der Umstand, dass in keinem Organe des Säugethiers der Blutlauf so langsam von Statten geht und daher das Blut selbst tiefer eingreifende Umwandlungen erleiden kann, als in der Leber.

Schliesslich muss ich noch Hrn. Prof. Dr. *Pieschel* in Dresden öffentlich meinen Dank aussprechen für seine vielfachen Bemühungen und Rathschläge, deren ich mich bei Beschaffung des Untersuchungsmaterials zu erfreuen hatte.

E. H. Weber, *Ueber die Anwendung der Wellenlehre auf die Lehre vom Kreislaufe des Blutes und insbesondere auf die Pulslehre.*

Nachdem mein Bruder Wilhelm und ich die Resultate einer gemeinschaftlichen Experimentaluntersuchung über die Bewegung der Wellen herausgegeben hatten,*) wendete ich im Jahre 1827 dieselbe auf den Kreislauf des Blutes und namentlich auf die Lehre vom Pulse, d. h. auf den besonderen Fall an, wo durch die Bewegung des Herzens in einer mit tropfbarer Flüssigkeit angefüllten ausdehnbaren elastischen Röhre Wellen erregt werden.**) Ich bekämpfte die Vorstellungen, die durch die Lehren *Haller's* und *Bichat's* herrschend geworden waren. Diese Physiologen glaubten, der Puls wäre in allen Theilen des Arteriensystems völlig gleichzeitig, das Herz schöbe, indem es durch die Zusammenziehung des linken Ventrikels Blut in die Aorta eintriebe, die ganze Blutsäule, die vom Anfange der Aorta bis zu

---

*) Wellenlehre, auf Experimente gegründet, oder über die Wellen tropfbarer Flüssigkeiten mit Anwendung auf die Schall- und Lichtwellen, von den Brüdern *Ernst Heinrich Weber* und *Wilhelm Weber*, mit 18 Kupfertafeln, Leipzig 1825 bei G. Fleischer. 8.

**) *Pulsum arteriarum non in omnibus arteriis simul, sed in arteriis a corde valde remotis paulo serius quam in corde et in arteriis cordi vicinis fieri.* Ferner: *De utilitate parietis elastici arteriarum.* (Programma editum Lipsiae d. XX. mens. Nov. 1827, wieder abgedruckt in der Sammlung der Programme: *De pulsu, resorptione, auditu et tactu annotationes anatomicae et physiologicae, Lipsiae* 1834, 4. *p.* 1—12.) Siehe auch *Hildebrandt's* Handbuch der Anatomie des Menschen, 4te Ausgabe von *Ernst Heinrich Weber*. Leipzig 1831, Bd. III. p. 69.

Digitized by Google

den Haargefässen reicht, gleichzeitig vorwärts. *Haller* *) sagte: »Wenn man bei einem Menschen die rechte Hand auf die Gegend legt, wo das Herz liegt, und die linke an die Schläfenarterie, oder an die Lippenarterie, oder an die Radialarterie, oder an die Kniekehlenarterie, so wird man empfinden, dass das Herz mit seiner gekrümmten Spitze in dem nämlichen Zeitmomente gegen die Rippen stösst, in welchem es in allen genannten Arterien den Puls hervorbringt. Ich habe dieses Experiment oft an mir selbst und an lebenden Thieren gemacht, dasselbe Experiment haben mit dem nämlichen Erfolge *Harvey* und die ersten Begründer der Lehre vom Kreislauf des Blutes und viele neuere Physiologen und namentlich *Bourgelat* bei dem Pferde ausgeführt. Der Einzige, der das Entgegengesetzte bezeugt hat, war ehemals *Josias Weitbrecht*, der wahrnahm, dass der Puls an der Radialarterie in einem andern Zeitmomente erfolge als an der Carotis. Dieser Mann ist zu einem sonderbaren, von den Naturgesetzen abweichenden Resultate geführt worden.« *Bichat* **) drückte sich unter Anderem so aus: »Im Augenblicke der Zusammenziehung (des Herzens) tritt nämlich das Blut einerseits in die Arterien, indem es aus der Herzkammer austritt, und andererseits tritt es aus den Arterien aus, um in das Haargefässsystem einzutreten; beide Erscheinungen erfolgen zu gleicher Zeit, weil sie von einer und derselben Impulsion abhängen. Der Puls hat zur speciellen Ursache, wie Weitbrecht sehr richtig bemerkt hat, die Ortsbewegung der Arterien, die augenblicklich und plötzlich für das ganze Arteriensystem ist und keineswegs successiv, wie dieser Verfasser angenommen hat.«

Meine Versuche ergaben, dass der Puls in der *Arteria maxillaris externa*, da wo sie über die untere Kinnlade hinweggeht, stets ein wenig eher gefühlt wird, als an der Arterie des Fussrückens, nämlich ungefähr $^1/_6$ bis $^1/_7$ Secunde früher, und ich zeigte, dass die durch das Pumpen des linken Ventrikels in den Arterien erregten Wellen zwar eine sehr kurze, aber doch eine noch wahrnehmbare Zeit brauchten, um durch das Arteriensystem fortzuschreiten. Zugleich machte ich auf die Verrichtung

*) *Haller, Elementa physiologiae, IV.* §. 42.

**) *Bichat*, Allgemeine Anatomie, übersetzt von *Pfaff*, Th. I. Abth. 2. p. 96 u. 99.

Digitized by Google

des so sehr angespannten Arteriensystems aufmerksam. Dasselbe leiste in unserm Körper einen ähnlichen Dienst als der Windkessel in den Feuerspritzen. Das Blut, welches durch die rhythmischen Bewegungen des Herzens absatzweise fortbewegt werden würde, fliesse vermöge der Elasticität der gespannten Arterien in den Haargefässen und Venen in einem ziemlich gleichmässigen Strome.

Später hat *H. Frey* aus Mannheim in seiner Abhandlung über die Wellenbewegung des Blutes und *Volkmann* in einem grossen umfassenden Werke, Hämodynamik, über Blutbewegung und Blutdruck geschrieben. Indessen fehlte es bis jetzt an einer Theorie der durch Wasser in elastischen Röhren fortgepflanzten Wellen und an genügenden Versuchen, um daran die Uebereinstimmung der Theorie mit der Erfahrung zu prüfen. Ich habe diese Lücke zu ergänzen gesucht und theile hier Beobachtungen und Messungen über die Geschwindigkeit der Wellen in einer mit Wasser gefüllten sehr langen und weiten, vollkommen elastischen, aus vulkanisirtem Kautschuk bestehenden Röhre mit und füge in einer Note die von meinem Bruder *Wilhelm* entwickelte Theorie der durch Wasser in elastischen Röhren fortgepflanzten Wellen bei, deren Resultate, wie man sehen wird, mit den Resultaten, welche die von mir veranstalteten Versuche gegeben haben, sehr schön übereinstimmen, so dass man sich nun im Besitz einer durch die Erfahrung bestätigten Theorie der Wellen in elastischen, mit Wasser angefüllten Röhren befindet.

Wellenbewegung und Strombewegung.

Wir müssen bei dem Kreislaufe des Blutes zwei Arten von Bewegung unterscheiden, das Strömen des Blutes und seine Wellenbewegung, welche letztere die Ursache des in den Arterien wahrnehmbaren Pulses ist.

Wenn zwei Wasserbehälter unter einander communiciren und das Wasser in dem einen unter einem zehn Mal grösseren Drucke steht als in dem andern, so muss es so lange, bis sich der ungleiche Druck ausgeglichen hat, aus jenem Gefässe in dieses strömen. Da der Druck, den das Blut in den grossen Arterien auf die Wände ausübt und von ihnen erleidet, ungefähr zehn Mal so gross ist als in den grossen Venen, so muss das Blut, abgesehen von der in den Arterien zugleich stattfindenden Wellenbewegung, aus den Arterien durch die Haargefässe nach den

Digitized by Google

grossen Venen strömen, auch dann, wenn das Herz einige Zeit still steht und keine Wellenbewegung vorhanden ist. *Magendie* hat durch Versuche bewiesen, dass, wenn man den Zutritt des Blutes zu dem Beine eines Säugethieres durch andere Arterien als die Schenkelarterien verhindert und die Schenkelarterie plötzlich mit den Fingern zusammendrückt, so dass kein Blut mehr vom Herzen her in sie eintreten kann, das schon in ihr und in ihren Aesten enthaltene Blut fortfährt, durch die Haargefässe in die Venen zu strömen. Dadurch, dass das angespannte Arteriensystem ein continuirliches Strömen durch die Haargefässe in die Venen verursacht, leistet es eben jenen Dienst, den ich mit dem Dienste des Windkessels in Feuerspritzen verglichen habe.

So wie auf einem Flusse zugleich Wellen vorhanden sein können, so befindet sich das strömende Blut zugleich in einer Wellenbewegung, die wir von der Strömung unterscheiden müssen.

Beide Bewegungen entstehen vermöge des mangelnden Gleichgewichts. Aber bei dem Strömen ist das Gleichgewicht gleichzeitig zwischen allen Theilen der strömenden Flüssigkeit aufgehoben, alle Theile der Flüssigkeit erleiden dadurch gleichzeitig eine Veränderung ihrer Lage, wobei die hinteren in den Ort der fortrückenden vorderen in dem Momente eintreten, wo diese ihn verlassen. Der Strom ist daher ein bewegter Körper. So weit sich der Strom fortbewegt, eben so weit bewegen sich auch die Wassertheilchen, die ihn bilden.

Bei der Wellenbewegung dagegen findet eine Störung des Gleichgewichts nur in einem Theile der Flüssigkeit statt, und das Streben dieses Theils, in den Gleichgewichtszustand zurückzukehren, bringt successiv eine Störung des Gleichgewichts in der benachbarten und successiv in der übrigen Flüssigkeit hervor und dadurch eben schreitet die Welle im Wasser fort. Die Welle ist keineswegs ein sich fortbewegender Körper, sondern eine in dem Medium der Flüssigkeit sich fortbewegende Form. Diese Form bewegt sich dadurch fort, dass das vor der Welle befindliche Wasser emporsteigt und sich successiv zur Welle gestaltet, während das Wasser, das den hinteren Abhang der Welle bildet, niedersinkt und aufhört, einen Theil der Welle auszumachen. Die Welle wächst vorn, während sie hinten vernichtet wird, und dadurch schreitet sie fort, dieses gilt ohne Ausnahme von allen Wellen. Folgendes möge zur Erläuterung für

Digitized by Google

Solche dienen, die sich mit der Wellenlehre noch nicht beschäftigt haben.

Wellenbewegung in einer incompressiblen Flüssigkeit mit freier Oberfläche.

Man unterscheidet eine positive Welle oder Bergwelle von der negativen Welle oder Thalwelle. Eine Bergwelle nennt man eine Welle, wenn die Oberfläche der in Wellenbewegung begriffenen Flüssigkeit über dem Niveau der Flüssigkeit erhaben ist, eine Thalwelle, wenn die in Wellenbewegung begriffene Flüssigkeit eine unter dem Niveau vertiefte Oberfläche hat.

Wenn man in einer incompressiblen Flüssigkeit mit freier Oberfläche eine Bergwelle erregt, so entsteht hinter derselben durch das beschleunigte Niedersinken der Welle eine Thalwelle, wenn es nicht durch die Erregung einer neuen Bergwelle gehindert wird. Man erregt eine positive Welle, wenn man z. B. eine mit Wasser gefüllte senkrechte Röhre mit ihrem einen Ende in Wasser eingetaucht hat und nun das in ihr befindliche Wasser plötzlich niedersinken lässt, z. B. indem man das obere Ende der Röhre, das man mit dem Finger zugehalten hatte, plötzlich öffnet; man erregt dagegen eine Thalwelle, wenn man das Wasser in einer solchen eingetauchten Röhre plötzlich zu steigen nöthigt, indem man am oberen Ende der Röhre saugt und die gestiegene Flüssigkeit zurückhält.

Bei einer in der Richtung des Pfeils *B* Fig. I fortschreitenden Bergwelle hat man das Vordertheil und das Hintertheil des Wellenbergs zu unterscheiden, d. h. die Abtheilung, welche auf der Seite liegt, wohin die Welle fortschreitet, und die, welche auf der Seite liegt, woher die Welle gekommen ist. Alle Wassertheile, welche dem Vordertheile angehören, sind im Steigen, alle, welche dem Hintertheile angehören, sind im Sinken begriffen. Dieses Steigen und Sinken der Wassertheilchen geschieht aber nicht in senkrechter Richtung, die die hier gezeichneten kleinen Pfeile haben, sondern alle Wassertheilchen der Bergwelle bewegen sich zugleich vorwärts. Es bewegt sich nämlich jedes Wassertheilchen, durch dessen Ort eine Bergwelle geht, in einer Bahn, welche die Gestalt einer halben Ellipse hat, die, wenn das Wasser sehr tief und also der Boden sehr entfernt ist, einer halbkreisförmigen Bahn sehr ähnlich ist (Figur I *b*),

Digitized by Google

nämlich erst vorwärts und aufwärts, hierauf vorwärts und abwärts.

Bei einer in der Richtung des Pfeils *T* Fig. II fortschreitenden Thalwelle sind, wie die kleinen Pfeile andeuten, alle Wassertheilchen, welche dem Vordertheile derselben angehören, im Sinken, alle, welche das Hintertheil bilden, im Steigen begriffen, und zu gleicher Zeit bewegen sie sich alle rückwärts, d. h. in entgegengesetzter Richtung als die Thalwelle. Jedes Wassertheilchen, durch dessen Ort das Wellenthal hindurchgeht, bewegt sich in der Bahn *t*, nämlich erst rückwärts und abwärts und hierauf rückwärts und aufwärts. Wenn daher, wie in Fig. III, ein Wellenberg und ihm unmittelbar folgend ein gleich grosses Wellenthal durch das Wasser fortschreitet, so bewegt sich ein jedes Wassertheilchen dieses Wassers in der elliptischen Bahn Fig. III *b t*, die, wenn das Wasser sehr tief und also vom Boden sehr entfernt ist, einem Kreise ähnlich ist. Während also ein Wassertheilchen sich in dieser fast kreisförmigen Bahn ein Mal herum bewegt, schreitet die Welle um ihre Länge, d. h. um die Länge des Wellenbergs und des Wellenthals fort, wobei zu berücksichtigen ist, dass das auch der Fall ist, wenn die Welle bei gleicher Höhe 50 oder 100Mal länger ist als die hier gezeichnete, denn es ist zu bemerken, dass die Wellen in der Wirklichkeit im Verhältniss zu ihrer grossen Länge sehr niedrig sind, während sie hier zur Ersparniss des Raumes sehr schmal und hoch gezeichnet sind.

Wenn eine Reihe gleicher Wellen, in welcher gleich grosse Berge und Thäler abwechselnd auf einander folgen, ein Wassertheilchen in Bewegung setzen, so vollendet dasselbe immer von Neuem einen Umlauf in derselben Bahn, so oft eine neue Welle den Ort passirt, und kehrt daher immer auf seinen vorigen Ort zurück. Diese Bahn ist eine Ellipse, die in der Verticalebene liegt und die, wie gesagt, desto mehr einem Kreise ähnlich ist, je tiefer das Wasser und je entfernter der Boden ist, die dagegen desto gestreckter und einer Linie ähnlicher wird, je näher der Boden dem bewegten Wassertheilchen ist. Fig. IV *b t* zeigt eine elliptische Bahn bei mässiger Tiefe, da der Wellenberg und das Wellenthal gleich gross waren. Anders verhält sich's aber, wenn die Wellen erregende Ursache von der Art ist, dass eine Reihe von Wellen entstehen, deren Berge sehr gross und deren Thäler sehr klein sind.

Fig. IV *B T* zeigt eine Bahn, die ein Wassertheilchen durch-

Digitized by Google

läuft, wenn der Wellenberg ungefähr noch einmal so gross ist als das darauf folgende Wellenthal. Unter diesen Umständen bleibt das Wassertheilchen nicht an seiner Stelle, sondern rückt bei jeder Welle ein Stück vorwärts, so viel nämlich, als hier die Spitze des gekrümmten Pfeils vom Anfange des Pfeils entfernt ist, so dass, wenn eine Reihe von solchen Wellen auf einander folgen, das Wassertheilchen durch die Wellenbewegung sehr weit fortgeführt werden kann, wie in Fig. IV $B^1 B^2 B^3 B^4$. Durch die erste Welle (grosser Wellenberg und kleines Wellenthal) wird das Wassertheilchen von T^1 nach T^2, durch die zweite Welle nach T^3, durch die dritte Welle nach T^4, durch die vierte Welle nach T^5 geführt. Unter gewissen Umständen kann das Wellenthal äusserst klein sein im Verhältnisse zum Wellenberg, oder sogar ganz fehlen, z. B. wenn die Wellen am Anfange eines schmalen, mit Wasser erfüllten Grabens dadurch erregt werden, dass periodisch und schnell genug hinter einander gewisse Mengen Wasser hineingepumpt werden. Die Bahn, die ein Theilchen unter diesen Umständen beschreibt, ist z. B. die von Fig. IV bt.*) Wenn dieses Pumpen so schnell geschieht, dass, nachdem der Wellenberg um seine Breite fortgeschritten ist, ein neuer Wellenberg gebildet wird, so entstehen gar keine Wellenthäler (unter dem Niveau vertiefte Wellen), sondern nur eine Reihe von Wellenbergen, und dann rücken die Wassertheilchen mit dem Durchgange jedes neuen Wellenbergs vorwärts. Eben so verhält es sich nun auch mit den Wellenthälern. Wenn am Anfange eines schmalen, mit Wasser erfüllten Grabens durch eine Saugpumpe periodisch Wasser eingesogen wird, so entsteht bei jedem Einsaugen ein Wellenthal, und wenn das zweite Einsaugen nicht schnell genug auf das erste folgt, hinter dem Wellenthale ein kleinerer Wellenberg. Das Wellenthal und der Wellenberg laufen im Graben weit fort, und an jedem Orte des Grabens bewegt sich das an demselben befindliche Wassertheilchen im Momente, wo die Welle durchgeht, in der Bahn Fig. IV $\mathfrak{b}\,\mathfrak{T}$, nämlich erst ein grösseres Stück rückwärts und hierauf ein kleineres Stück vorwärts. Auf diese Weise bewegt sich ein Wassertheilchen, das durch eine Reihe Thalwellen in Bewegung gesetzt wird, zwischen welchen es gar keine Bergwellen giebt, mit jeder ankommenden neuen Welle rückwärts und nähert sich also dem Orte, wo die Thalwellen erregt werden. Während z. B. vier Wellen

*) Siehe Wellenlehre, Taf. II. Fig. 26.

Digitized by Google

(die aus einem grossen Thale und einem kleinen Berge bestehen) einen langen mit Wasser erfüllten Graben vom Anfange bis zum Ende durchlaufen, wird ein durch diese vier Wellen in Bewegung gesetztes Wassertheilchen ein Stück Wegs, aber in umgekehrter Richtung fortgeführt, in der Richtung vom Ende des Grabens nach dem Anfange zu, z. B. in Fig. IV von τ^1 nach β^4, und zwar durch die erste Welle von τ^1 nach β^1, durch die zweite von τ^2 nach β^2, durch die dritte von τ^3 nach β^3, durch die vierte von τ^4 nach β^4. Man könnte unter solchen Umständen vielleicht die immer nach einer und derselben Richtung fortschreitende Bewegung, in welche das Wasser durch eine Reihe von Bergwellen versetzt wird, zwischen welchen keine oder nur kleine Thalwellen vorhanden sind, mit einem Strome verwechseln und glauben, dass hier eine Ausnahme von der oben aufgestellten Behauptung stattfinde, dass die Welle kein fortschreitender Körper, sondern eine sich fortbewegende Form sei. Dieses ist *Volkmann* begegnet. Derselbe behauptet, es gebe Wellen, bei welchen das Fliessen und die Bewegung der Wellen unzertrennliche Vorgänge und wo Strombewegung und Wellenbewegung identisch wären. Allein jede Wellenbewegung ist mit einer Bewegung der Wassertheilchen verbunden, und ohne eine solche würde das Wasser seine Form nicht verändern und die Welle nicht fortschreiten können. Werden nun freilich abwechselnd gleichgrosse Bergwellen und Thalwellen erregt, so kehren die sich bewegenden Wassertheilchen immer an ihren vorigen Ort zurück, weil die Bewegung, die mit dem Fortschreiten der Thalwelle verbunden ist, in entgegengesetzter Richtung geschieht, als die mit dem Fortschreiten der Bergwelle verbundene. In allen Fällen aber, wo die erregten Bergwellen grösser sind als die ihnen nachfolgenden Thalwellen, hebt die Thalwelle die Bewegung nicht ganz auf, die mit der vorausgehenden Bergwelle verbunden war, und die Wassertheilchen rücken absatzweise nach einer und derselben Richtung fort und können durch eine grosse Reihe solcher Wellen weit fortgeführt werden. Die Fortbewegung der Wassertheilchen durch Bergwellen unterscheidet sich eben dadurch, dass sie eine absatzweise periodisch sich wiederholende Bewegung ist, und dass eine Reihe Wellen die Ursache derselben ist, von der Strombewegung. Dass aber die Welle auch in diesem Falle nur eine in dem Medium des Wassers sich fortbewegende Form und keineswegs ein sich fortbewegender Körper ist, liegt klar am Tage. Während eine zwei

Digitized by Google

Zoll hohe Bergwelle einen 100 Fuss langen Graben durchläuft, bewegt sich ein an der Oberfläche liegendes Wassertheilchen, welches durch die Bergwelle in Bewegung gesetzt wird, nur zwei Zoll weit. Folgt nun freilich dieser Bergwelle eine 2te, eine 3te, 4te Welle u. s. w., die alle die ganze Länge des Grabens durchlaufen, so rückt jenes Wassertheilchen, wenn es durch die 2te Bergwelle in Bewegung gesetzt wird, abermals 2 Zoll weiter und eben so bei jeder nachfolgenden Bergwelle. Wird nun durch das Abfliessen des Wassers der am Ende des Grabens anlangenden Wellen verhindert, dass die Bergwellen reflectirt werden und den Graben in umgekehrter Richtung durchlaufen, so kann auf diese Weise ein Wassertheilchen durch eine lange Reihe von Bergwellen allmählig und absatzweise vom Anfange des Grabens bis zum Ende fortgeführt werden. Wie sehr hierbei die Wellenbewegung von der Strombewegung zu unterscheiden ist, sieht man am deutlichsten bei den Thalwellen. Denn werden am Anfange eines langen, mit Wasser gefüllten Grabens durch das periodische Einsaugen von Wasser mittelst einer Saugpumpe eine Reihe zwei Zoll tiefe Thalwellen erregt, so bewegen sich die Wellen vom Anfange des Grabens nach dem andern Ende desselben fort, während ein Wassertheilchen, das durch diese Reihe von Wellen in Bewegung gesetzt wird, durch jede Welle etwa zwei Zoll weit in der Richtung nach dem Anfange des Grabens zu fortgerückt wird, d. h. die Wassertheilchen bewegen sich in entgegengesetzter Richtung als die Wellen. Dasselbe, was ich hier von dem Fortrücken der Wassertheilchen durch positive und negative Wellen gesagt habe, gilt auch von den in einer elastischen, ausdehnbaren, mit Wasser erfüllten Röhre entstehenden Wellen.

Fig. V zeigt bildlich, wie eine Welle, die aus einem Wellenberge und zwei halben Wellenthälern besteht, die also vom tiefsten Punkte des einen Wellenthals bis zum tiefsten Punkte des folgenden Wellenthals reicht, um $\frac{1}{6}$ ihrer Breite fortschreitet, so dass sich ihr Gipfel von D nach E bewegt, und welche Lage sie hierauf annimmt, wenn sie abermals um $\frac{1}{6}$ ihrer Breite fortgeht, so dass ihr Gipfel von R nach F gelangt. Um nun anschaulich zu machen, wie diese Bewegung der Welle aus den Bewegungen der einzelnen Wassertheilchen in ihren Schwingungsbahnen resultirt, sind unter A bis K die Schwingungsbahnen von 10 Wassertheilchen gezeichnet, die an der Oberfläche der fortschreitenden Welle liegen. An jeder Schwingungsbahn

Digitized by Google

sind 6 Punkte bezeichnet, die um $^1/_6$ der Bahn von einander entfernt sind und also in allen Bahnen dieselbe Lage haben und als einander entsprechende Punkte der Schwingungsbahnen zu betrachten sind. Das im tiefsten Punkte des Wellenthals unter *G* bei 1 liegende Wassertheilchen schreitet um $^1/_6$ in seiner Bahn, nämlich von 1 nach 2 fort, das in der Schwingungsbahn F liegende Theilchen gelangt gleichzeitig von 2 nach 3, indem es auch um $^1/_6$ in seiner Bahn fortrückt, das in der Bahn *E* befindliche geht von 3 nach 4, das in der Bahn *D* sich bewegende kommt von 4 nach 5, das in der Bahn *C* enthaltene schreitet von 5 nach 6 fort und das in der Bahn B gelegene kehrt von 6 nach 1 zurück. So sehen wir, dass jedes Wassertheilchen ein anderes Stück der Schwingungsbahn durchläuft, während der Wellengipfel von *D* nach *E* fortgeht. Verfolgen wir nun die Welle in einem zweiten Zeitraume, wo ihr Gipfel von *E* nach *F* fortgeht, so sehen wir, dass das Wassertheilchen, das sich das vorige Mal von 1 nach 2 bewegt hatte, sich nun von 2 nach 3 bewegt, und dass es nun also schon $^2/_6$ seiner Bahn durchlaufen hat, und dieses Wassertheilchen würde daher in einem dritten Zeitraume von 3 nach 4 gehen und dann im Gipfel des Wellenbergs liegen. Dieses ist auf Fig. VI sichtbar, wo wir es dann in einem vierten Zeitraum sich von 4 nach 5 fortbewegen und daher wieder herabsteigen sehen, während es bis jetzt immer gestiegen war. Auf Fig. VII endlich sehen wir dieses Wassertheilchen seinen Kreislauf vollenden. Während dasselbe seine Bahn einmal durchlaufen hat, ist die Welle um ihre ganze Breite fortgerückt.

Dieses mag genügen, um eine anschauliche Vorstellung von der Bewegung der Welle im Wasser mit freier Oberfläche und von der Art und Weise, wie sie aus der Bewegung der einzelnen Flüssigkeitstheilchen resultirt, zu geben.

Ueber die Wellenbewegung in einer mit incompressibler Flüssigkeit erfüllten dehnbaren elastischen Röhre.

Die Kraft, welche die Wellenbewegung des Wassers mit freier Oberfläche unterhält, ist die Schwerkraft, die Kraft, welche die Welle an einem beugsamen Faden fortschreiten macht, der über eine Rolle geführt und durch ein Gewicht gespannt ist, ist die spannende Kraft des Gewichts. Bei den Wellen, welche an einem elastischen, zwischen zwei festen Punkten ausgespannten

Digitized by Google

Faden erregt werden, kommt zu der spannenden Kraft der Wirbel noch die Elasticität des Fadens hinzu. Viel complicirter ist der Fall, wenn die Wellenbewegung in einer von incompressibler Flüssigkeit erfüllten beugsamen, dehnbaren und elastischen Röhre stattfindet.

*H. Frey**) hat sich die Wand einer solchen Röhre als aus unzähligen, der Länge nach dicht neben einander aufgespannten elastischen Saiten bestehend vorgestellt und die Gesetze der Bewegung gespannter Saiten analogisch auf den vorliegenden Fall angewendet. Er ist sich aber dabei wohl bewusst gewesen, dass die Anwendbarkeit einer solchen Analogie nicht ohne Weiteres einleuchte und noch nicht als begründet betrachtet werden dürfe. Wenn sich auch später zeigen wird, dass die Resultate einer Theorie der Wellenbewegung in ausdehnbaren, elastischen, mit Flüssigkeit gefüllten Röhren innerhalb gewisser Grenzen eine Analogie mit den Resultaten der Wellen gespannter Saiten haben; so wird doch zugleich einleuchten, dass diese Resultate aus ganz andern Vorgängen und Kräften entspringen. So hängt z. B. die Fortpflanzung der Welle in einer mit Flüssigkeit erfüllten ausgedehnten elastischen Röhre nicht wie die bei gespannten Saiten von der Stärke, sondern von den Ungleichheiten der Spannung benachbarter Theile der Röhre und von der Aenderung derselben ab. Auch darf die tropfbare Flüssigkeit nicht bloss als eine den elastischen Wänden der Röhre angehängte träge Masse betrachtet werden, welche die Fortpflanzung der Welle verlangsamte, etwa so, wie die Masse des Ueberzugs einer mit Draht übersponnenen Saite die Wellen der Saite verlangsamt; sondern die Welle wird dadurch fortgepflanzt, dass die bewegte Flüssigkeit die Röhrenwand in einer gewissen Strecke ausdehnt und spannt und der gespannte Theil der Wand die Flüssigkeit bewegt, indem er auf sie drückt und dadurch wieder die Ausdehnung und Anspannung der nächsten Abtheilung der Röhre hervorbringt. Ein gespannter Theil der elastischen Wand wirkt

*) *H. Frey*, Versuch einer Theorie der Wellenbewegung des Blutes in den Arterien, in *Müller's* Archiv, 1845. p. 169. »Da wir die folgenden Angaben über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellen im elastischen Rohre weder auf mathematischem Wege, noch durch genaue Experimente zu begründen im Stande waren, dieselben vielmehr auf blosser, bei oberflächlicher Betrachtung einleuchtender Analogie mit den für Wellen anderer Medien gültigen Gesetzen beruhen, so ist es leicht möglich, dass sie zum Theil unrichtig sind.«

Digitized by Google

nicht unmittelbar bewegend auf den benachbarten Theil der Wand, sondern nur mittelbar durch die incompressible Flüssigkeit.

Eine den Verhältnissen entsprechendere Vorstellung erhält man, wenn man sich die von der Flüssigkeit erfüllte und ausgedehnte elastische Röhre, Fig. VIII, durch unveränderliche Grenzen, die den Querschnitten der Röhre entsprechen, in Abtheilungen (Röhrenelemente) *a b c d e f g h i* getheilt denkt. Der Stempel *s*, Fig. VIII, möge Wasser aus der unausdehnbaren Röhre *k* in die ausdehnbare Röhre *i a* mit einer Anfangs zunehmenden und dann abnehmenden Geschwindigkeit hereingedrängt und dadurch die Röhre so erweitert haben, dass das in den verschiedenen Röhrenabschnitten (Röhrenelementen) enthaltene Wasser die durch die Zahl der punktirten Pfeile angedeuteten Geschwindigkeiten angenommen hat. Wenn dann die ringförmigen Theile der Röhrenwand, welche die Röhrenabschnitte *e* und *f* umschliessen, denjenigen Druck auf das eingeschlossene Wasser ausüben, welchen die durch Linien dargestellten Pfeile anschaulich machen, so übersieht man, dass die in den Röhrenabschnitten *e*, *d*, *c*, *b* enthaltenen Wassertheilchen in der Richtung *a* beschleunigt werden müssen, da sie sich selbst in dieser Richtung schon bewegen und durch den durch die linearen Pfeile angedeuteten Druck in dieser Richtung eine Zunahme der Geschwindigkeit erhalten, dass dagegen die in den Röhrenabschnitten *f g h i* enthaltenen Wassertheilchen in ihrer Bewegung retardirt werden, da auf sie in der Richtung *s* der durch die linearen Pfeile angedeutete Druck ausgeübt wird, der der Bewegung entgegen ist, in welcher sich die Theilchen schon befinden. Hierdurch kommt die Flüssigkeit in *i* im nächsten Zeitmomente zur Ruhe und die ausgedehnte Röhrenwand dieser Abtheilung kehrt zu ihrem ursprünglichen Durchmesser zurück, während in demselben Zeitmomente in der Abtheilung *a*, in welcher bis jetzt keine Bewegung des Wassers und keine Ausdehnung der Röhre stattfand, das Wasser in Bewegung gesetzt wird und durch dasselbe die Röhrenwand eine Ausdehnung erleidet und auf diese Weise die Welle um eine Abtheilung in der Richtung, welche die punktirten Pfeile anzeigen, fortschreitet. Man übersieht hiernach auch, dass sich das Wasser in dem Röhrenabschnitte *d* anhäufen und die Röhrenwandung noch mehr ausdehnen und dadurch selbst wieder den Druck vergrössern müsse, den das ringförmige Stück der elastischen Röhrenwand auf das enthaltene Wasser

Digitized by Google

ausübt, wenn durch den grösseren scheibenförmigen Querschnitt zwischen *e* und *d* mehr Wasser in die Abtheilung *d* hineindringt, als durch den kleineren scheibenförmigen Querschnitt zwischen *d* und *c* aus *d* herausdringt, und dasselbe gilt von den Röhrenabtheilungen *c* und *b*. Das Entgegengesetzte ereignet sich im Hintertheile der Welle in der Abtheilung *f*, in welche durch den scheibenförmigen kleinen Querschnitt zwischen *f* und *g* weniger Flüssigkeit nach *f* hineindringt, als durch den scheibenförmigen grossen Querschnitt zwischen *f* und *e* aus *f* heraustritt, und dasselbe gilt von den Röhrenabtheilungen *c* und *b*.

Diese verwickelteren Verhältnisse lassen sich nur mit Anwendung der mathematischen Zeichensprache genauer übersehen. Ich habe, nachdem ich die sogleich mitzutheilenden Resultate bei den von mir und *Th. Weber* an einer sehr langen Röhre von vulkanisirtem Kautschuk angestellten Versuchen erhalten hatte, meinen Bruder *Wilhelm Weber* gebeten, die Theorie dieser für die Lehre vom Blutlaufe wichtigen Wellenbewegung zu entwickeln. Ich werde daher weiter unten in einer Note die von ihm gegebene Theorie mittheilen und bemerke nur, dass bei der Anwendung dieser Theorie auf die von mir gebrauchte Kautschukröhre die berechnete Geschwindigkeit der Wellen so nahe mit der von mir durch Versuche gefundenen Geschwindigkeit übereinstimmt, dass man sie als durch die Erfahrung bestätigt betrachten muss. Die Welle, sie mochte durch eine grosse oder eine kleine Kraft erregt werden, durchläuft nach unseren Messungen in 1 Secunde 11259 ^{mm} oder 33 Fuss 19 Zoll Paris. Mass; nach der von meinem Bruder gegebenen Theorie, wenn dieselbe auf den von mir untersuchten Fall angewendet wurde, ergab die Rechnung eine Geschwindigkeit der Welle von 10150 ^{mm} oder von 31 Fuss 9 Zoll Paris. Mass. Die vorhandene kleine Differenz erklärt sich vollkommen, wenn man bedenkt, dass eine sehr genaue Messung der Vergrösserung des Durchmessers und der Länge der elastischen Röhre durch den vermehrten Druck des Wassers mit Schwierigkeiten verbunden war, da sie nicht überall dieselbe, sondern an den ausdehnbaren Stellen etwas grösser, an den weniger ausdehnbaren etwas kleiner war. Nachdem ich von meinem Bruder die Auseinandersetzung der von ihm gegebenen Theorie erhalten hatte, bin ich darauf aufmerksam geworden, dass schon Dr. *Young* eine Theorie dieser Wellen gegeben hat.*)

*) *On the Function of the heart and arteries, Philos. Transact.* 1809. *P. I. p.* 12 — 16.

Digitized by Google

Versuche über die Wellenbewegung einer von incompressibler Flüssigkeit erfüllten elastischen Röhre.

I. In einer Röhre von vulkanisirtem Kautschuk.

Bei folgenden von mir und *Theodor Weber* angestellten Versuchen wurden zwei aus vulkanisirtem, möglichst vollkommen elastischem Kautschuk bestehende Röhren genommen und diese dadurch zu einer einzigen langen Röhre vereinigt, dass das eine Ende derselben über einen ungefähr 10^{mm} breiten Holzring weggezogen und darauf festgebunden wurde, der den nämlichen Durchmesser hatte als die Kautschukröhre, wenn sie von der Flüssigkeit ausgedehnt war. Der Durchmesser der Kautschukröhre betrug im unausgedehnten Zustande $35{,}5^{mm}$, die Dicke der Wand 4^{mm} und also der Durchmesser der Höhle der Röhre im unausgedehnten Zustande $27{,}5^{mm}$. In jenen Holzring war eine Glasröhre, die den Durchmesser einer engen Barometerröhre hatte, senkrecht eingesetzt, in welcher man den Druck und die Bewegung des Wassers beobachten konnte. Um die Ausdehnung und Verengung, welche die Kautschukröhre beim Durchgange der Wellen erlitt, auch dann noch wahrnehmen zu können, wenn sie sehr klein waren, brachte *Theodor Weber* in der Nähe des Endes *B* der Kautschukröhre eine aus einem Drahte gefertigte sehr leichte ungleicharmige Wage an. (Fig. XIII.) Nachdem er durch ein kleines in *b* befindliches Gewicht das Gleichgewicht hergestellt hatte, verband er mittelst eines Häkchens den kürzeren Arm derselben mit der Oberfläche der Kautschukröhre, die bei *a* im Durchschnitte zu sehen ist, und beobachtete nun die Bewegung des langen Arms, der sich vor einer Gradeintheilung bewegte, entweder mit unbewaffnetem Auge, oder durch ein vergrösserndes Fernrohr. Ich selbst erregte am Ende *A* der Kautschukröhre im Momente des Schlags eines Chronometers einen Wellenberg, indem ich die mit Wasser erfüllte Röhre in einer Strecke von bestimmter Länge möglichst schnell und immer auf dieselbe Weise zusammendrückte, z. B. indem ich mittelst eines mit der Hand umfassten Holzkästchens die Röhre auf dem Tische zusammendrückte und die eingeschlossene Flüssigkeit in den nächsten Theil der Röhre auszuweichen nöthigte. *Th. Weber* beobachtete die Zeit, welche der entstandene Wellenberg brauchte,

Digitized by Google

um die 9620^{mm} lange Röhre, nämlich vom Ende *A* bis zu der in der Nähe des Endes *B* angebrachten Wage, zum ersten Male zu durchlaufen; er beobachtete ferner, welche Zeit dieselbe Welle brauchte, um denselben Weg zu machen und hierauf noch ausserdem vom Ende *B* nach dem Ende *A* zurückzukehren und von da wieder bis zur Wage hinzulaufen, d. h. um die Länge der Röhre drei Mal zu durchlaufen. Zog man von der Zeit, die hierzu erforderlich war, diejenige Zeit ab, welche die Welle brauchte, um die Röhre ein Mal zu durchlaufen, so erhielt man die Zeit, welche nöthig war, damit die Welle die Röhre zum 2ten und 3ten Male durchliefe. Auf ähnliche Weise wurde untersucht, wie viel Zeit erforderlich sei, damit die Welle die Röhre 5 Mal durchliefe, und wie viel Zeit auf den 4. und 5. Weg kommt.

Dieselben Beobachtungen wurden über die Geschwindigkeit der negativen Welle oder Thalwelle gemacht, die dadurch erregt wurde, dass der Kasten, womit das Ende *A* der Kautschukröhre zusammengedrückt worden war, bei einem bestimmten Schlage des Chronometers möglichst schnell aufgehoben wurde, so dass sich die Flüssigkeit des benachbarten Röhrenstücks in den leeren Theil der Röhre hereinstürzte und ein Wellenthal bildete, das sich nach dem Ende der Röhre *B* fortpflanzte. Um gewiss zu sein, dass die Wände der zusammengedrückten Kautschukröhre nicht an einander klebten, wurde der Versuch auch so abgeändert, dass die Röhre nur bis auf den halben Durchmesser oder noch weniger zusammengedrückt wurde, so dass also die Wände der Röhre nicht mit einander in Berührung kamen.

Diese Beobachtungen wurden nun bald bei einem geringen Wasserdrucke von 8^{mm}, bald bei einem 537Mal grösseren, durch eine 3,5 Meter hohe Wassersäule hervorgebrachten Drucke ausgeführt. Man findet dieselben in zwei Tabellen auf den beiden folgenden Seiten zusammengestellt.

Digitized by Google

Geschwindigkeit, mit wecher die Welle eine mit Wasser erfüllte Röhre aus vulkanisirtem Kautschuk durchläuft, wenn dieselbe durch eine 8^{mm} hohe Wassersäule gespannt wird und dabei 9620^{mm} lang ist, 35,5^{mm} im Durchmesser hat und die Dicke ihrer Wand 4^{mm} beträgt.*)

Positive Welle.	Negative Welle.
Zeit, in welcher die Welle die Röhre ein Mal durchläuft.	
Zahl der Chronometerschläge, jeder = 0,4 Secunde.	
1,8 1,9 1,8 2,0 1,8 Mittel = 1,86 = 0,744 Secund.	2,3 2,5 2,3 2,5 2,5 Mittel = 2,42 = 0,968 Secund.
Zeit, in welcher die Welle die Röhre drei Mal durchläuft.	
5,3 5,5 5,5 5,3 5,5 Mittel = 5,42 = 2,168 Secund.	6,2 6,2 6,3 6,5 6,3 Mittel = 6,3 = 2,52 Secund.
Zeit, in welcher die Welle die Röhre fünf Mal durchläuft.	
9,3 9,3 9,5 9,5 9,5 Mittel = 9,42 = 3,768	10,0 10,0 10,7 10,5 11,0 10,5 = 4,20

Die Zeit, in welcher die Welle die Röhre ein Mal durchlief, betrug

bei d. 1. Wege	1,86	1,88 =	bei d. 1. Wege	2,42	2,23 =
bei d. 2. od. 3. Wege	1,78	0,752	bei d. 2. od. 3. Wege	1,94	0,892
bei d. 4. od. 5. Wege	2,00	Sec.	bei d. 4. od. 5. Wege	2,10	Sec.

*) Ausser den mitzutheilenden 2 Reihen von Versuchen bei dem höchsten und niedrigsten von uns angewendeten Wasserdrucke wurden noch mehrere Reihen von Versuchen bei einem mittleren Drucke gemacht, die übereinstimmende Resultate gaben.

Digitized by Google

Geschwindigkeit, mit welcher die Welle dieselbe mit Wasser erfüllte Röhre aus vulkanisirtem Kautschuk durchläuft, wenn sie durch eine 3,5 Meter hohe Wassersäule gespannt wird und sich dadurch bis zu einer Länge von 9860 mm und bis zu einem Durchmesser von 41 mm ausgedehnt hat.

Positive Welle.	Negative Welle.
Zeit, in welcher die Welle die Röhre ein Mal durchläuft.	
Zahl der Chronometerschläge.	
2,0 2,0 2,0 2,0 2,0 Mittel 2,0 = 0,8 Secund.	2,0 2,0 2,2 2,0 2,0 Mittel 2,05 = 0,82 Secund.
Zeit, in welcher die Welle die Röhre drei Mal durchläuft.	
6,2 7,0 6,5 6,8 6,8 Mittel 6,66 = 2,664 Secund.	7,0 6,8 6,8 6,8 6,8 Mittel 6,84 = 2,736 Secund.

Die Zeit, in welcher die Welle die Röhre ein Mal durchlief,

bei d. 1. Wege 2,0
bei d. 2. od. 3. Wege 2,33 } 2,16 = 0,864 Sec.

2,04
2,4 } 2,22 = 888 Sec.

Resultate.

1) Die zunehmende oder abnehmende Grösse der Spannung der elastischen Röhre, welche dadurch hervorgebracht wurde, dass die Röhre bei dem Drucke einer hohen oder niedrigen Wassersäule abgeschlossen wurde, hat keinen sehr merklichen Einfluss auf die Geschwindigkeit der Wellen. Der geringe Einfluss aber, welcher noch wahrgenommen worden ist, besteht nicht darin, dass die Geschwindigkeit, mit der die Wellen in der elastischen, mit Flüssigkeit gefüllten Röhre fortschreiten, durch die grössere Spannung derselben vergrössert wird, sondern darin, dass die Geschwindigkeit der Wellen vermindert wird. Wenn die Röhre bei dem Drucke einer Wassersäule, welche 8 mm

Digitized by Google

über der Oberfläche der Röhre hoch war, mit Wasser gefüllt und dann abgeschlossen worden war, so durchliefen die Bergwellen oder positiven Wellen die Strecke von 9620 mm in 0,752 Secunde.

Wenn die Röhre bei dem Drucke einer Wassersäule von 3,5 Meter mit Wasser gefüllt und dann abgeschlossen worden war, und wenn also hier die Spannung 437Mal so gross war als im ersteren Falle, so durchliefen die Bergwellen oder positiven Wellen die Strecke von 9860 mm in 0,864 Secunde und also eine Strecke von 9620 mm in 0,843 Secunde.

2) Positive Wellen (Bergwellen oder Spannungswellen) und negative Wellen (Thalwellen oder Erschlaffungswellen) scheinen mit derselben Geschwindigkeit fortzuschreiten.

Die positiven Wellen durchliefen bei der Spannung durch einen Wasserdruck von 8 mm die Strecke von 9620 mm in	0,752	Secund.
die negativen Wellen in	0,892	«
Differenz	1,140	«
Die positiven Wellen durchliefen bei der Spannung durch einen Wasserdruck von 3,5 Meter die Strecke von 9860 mm in	0,864	Secund.
die negativen Wellen in	0,888	«
Differenz	0,024	«

3) Die verschiedene Grösse der lebendigen Kraft der Welle scheint nicht eine verschiedene Geschwindigkeit ihres Fortschreitens zu bedingen, denn die Welle schritt mit derselben Geschwindigkeit fort, es mochte, um eine Welle zu erregen, eine grosse oder eine kleine Abtheilung der Röhre zusammengedrückt werden, es mochte die Zusammendrückung geschwind oder langsam, mit grösserer oder geringerer Kraft geschehen, und es mochte endlich die Röhrenabtheilung ganz zusammengedrückt werden, so dass dieselbe sich ganz entleerte, oder nur halb, so dass die Röhre an dem Orte, wo die Welle erregt wurde, sich nur etwa zur Hälfte entleerte. Hiermit stimmt überein, dass die Wellen sich nicht langsamer bewegen, nachdem sie schon einen grossen Weg zurückgelegt und durch die Reibung an lebendiger Kraft verloren haben.

4) Die Röhre aus vulkanisirtem, möglichst elastischem und dehnbarem Kautschuk erweiterte sich, während der Wasserdruck von 8 mm Druckhöhe bis zu 3,5 Meter Druckhöhe gestei-

Digitized by Google

gert wurde, in ihrem Durchmesser von 35,5^{mm} bis zu 41^{mm}, also um 5,5^{mm} oder um 0,154 ihres Durchmessers. Sie verlängerte sich von 9620^{mm} bis zu 9860^{mm}, also um 240^{mm} oder um 0,026 ihrer Länge. Die Vergrösserung der Länge der Röhre war demnach ziemlich 6 Mal kleiner als die Vergrösserung des Durchmessers.

5) Die Welle durchlief in dieser mit Wasser erfüllten Röhre im Mittel 11472^{mm} in 1 Secunde.

6) Bei starker Spannung der Röhre verschwand die Wellenbewegung schneller als bei schwacher Spannung.

7) Wenn eine positive Welle (Bergwelle oder Spannungswelle) erregt wurde, so entstand nicht ohne besondere neue Ursache hinter derselben eine negative Welle (Thalwelle, Erschlaffungswelle).

Wir haben keine Versuche über die Geschwindigkeit der Wellen in Röhren von kleinem und grossem Durchmesser der Höhle gemacht. Aus der Theorie ergiebt sich aber, dass die Geschwindigkeit der Wellen bei zunehmendem Durchmesser der Höhle *caeteris paribus* grösser ist als bei einem geringeren Durchmesser.

Versuche über die Wellen in einem mit Wasser erfüllten Dünndarme.

Die Wellen in den Arterien sind nach den Gesetzen zu beurtheilen, welche aus der am Ende dieser Untersuchung später mitzutheilenden Theorie resultiren. Sehr abweichende Erscheinungen werden aber in Röhren beobachtet, deren sehr beugsame Wände gefaltet sind und aus geschlängelten Fäden bestehen, wenn die Röhren so mit Flüssigkeit erfüllt werden, dass sie nur schwach gespannt sind. Denn unter diesen Umständen erweitern sich die Röhren zunächst nicht durch eine Ausdehnung der Substanz ihrer Fasern, sondern durch eine Geradlegung und Entfaltung der Fasern und der Falten, und erst nachdem die Ausdehnung der Röhre den Grad erreicht hat, wobei die Geradlegung und Entfaltung erfolgt ist, wird die auf der Ausdehnung der Substanz beruhende Elasticität der Röhrenwandungen wirksam. Die mittlere und innere Arterienhaut besteht nicht aus jenen wellenförmig geschlängelten Fäden, welche die Bündel des Zellgewebes und der Sehnen bilden, sondern aus concentrischen, gleichartigen, elastischen Lamellen, die durch Fasernetze verstärkt sind, und nur

Digitized by Google

die äussere Haut der Arterien ist aus Zellgewebsfäden gebildet. Man muss sich daher sehr vorsehen, die Erscheinungen, die man bei der Wellenbewegung in den mit Wasser mässig ausgedehnten Därmen wahrnimmt, ohne Weiteres auf die Lehre vom Pulse anzuwenden. In dem mit Wasser erfüllten und durch den Druck einer 8 ^{mm} hohen Wassersäule gespannten, gerade gelegten Dünndarme schreiten die Wellen viel langsamer fort als in einer Röhre aus vulkanisirtem Kautschuk bei demselben Wasserdrucke. Die Geschwindigkeit der Welle in der Kautschukröhre ist beträchtlich mehr als 10 Mal grösser als im Darme.

Daher eignen sich die in einem mit Wasser erfüllten Darme erregten Wellen sehr, um die Wellen unmittelbar mit den Augen zu verfolgen und die den Wellen zukommenden Erscheinungen zu beobachten.*) Hier sieht man ohne Weiteres das Fortschreiten der positiven Wellen (Bergwellen oder Spannungswellen) und der negativen Wellen (Thalwellen oder Erschlaffungswellen); man sieht die Reflexion derselben an dem geschlossenen unbeweglichen Ende des Darms, wobei die Bergwelle sich nicht in eine Thalwelle verwandelt, sondern eine Bergwelle bleibt und umgekehrt; man sieht das ungestörte durch einander Hindurchgehen zweier Bergwellen, die in einer entgegengesetzten Richtung fortschreitend einander begegnen, oder zweier Thalwellen, oder auch die Interferenz, welche in dem Momente entsteht, wo eine Bergwelle und eine gleichgrosse Thalwelle in entgegengesetzter Richtung fortschreitend durch einander durchgehen und dann ihren Lauf weiter fortsetzen.

Setzt man zwischen die Enden des in der Mitte durchschnittenen Darms eine gleichweite horizontale Glasröhre ein, so beobachtet man in derselben die Bewegung der kleinen, im Wasser schwebenden Körperchen und erkennt dadurch die Bewegung der Wassertheilchen, während sie an der Bildung der durch diesen Ort hindurchgehenden Wellen Theil nehmen. Sie bewegen sich, während eine Bergwelle vorübergeht, in derselben Richtung ein Stück vorwärts, in welcher die Welle fortschreitet,

*) Ich habe daher seit einer Reihe von Jahren zu Anfange jedes Winterhalbjahrs einen menschlichen Speisecanal aus dem Körper herausgenommen, ihn möglichst gerade gelegt und mit Wasser angefüllt, theils um auf diese Weise meinen Zuhörern einen Ueberblick über die sämmtlichen Abtheilungen desselben zu verschaffen, theils um ihnen die Bewegung der Wellen in dehnbaren, mit Wasser erfüllten Röhren zu zeigen und dadurch die Lehre vom Pulse zu erläutern.

Digitized by Google

wenn aber eine Thalwelle vorbeigeht, ein Stück in entgegengesetzter Richtung als die weiter fortschreitende Thalwelle. Man nimmt wahr, dass einer erregten Bergwelle eine kleine Thalwelle nachfolgt, wenn auch die Erregung so geschieht, dass dadurch unmittelbar keine Thalwelle entstehen kann, z. B. wenn man die Bergwelle dadurch erregt, dsss man das Ende des gefüllten Darms plötzlich zusammendrückt und zusammengedrückt erhält. Eine solche nachfolgende Thalwelle ist ungefähr $^1/_5$ so gross als die vorausgehende Bergwelle. Man bestimmt dieses durch die Grösse der Bahn, in welcher die im Wasser schwebenden Theilchen rückwärts bewegt werden, während die Thalwelle vorübergeht. Denn aus der Amplitude der Bewegung dieser Theilchen können wir am besten die lebendige Kraft der Wellen und also die Grösse der Wellen beurtheilen.

Die Wellen in einem mit Wasser gefüllten, durch eine geringe Kraft gespannten Darme weichen aber in andern Stücken sehr ab von den Wellen in einer gespannten Kautschukröhre.

1) Die zunehmende oder abnehmende Spannung des Darms, welche dadurch hervorgebracht wird, dass der Darm bei dem Drucke einer höheren oder niederen Wassersäule erfüllt und dann geschlossen wird, hat einen sehr grossen Einfluss auf die Beschleunigung und Verlangsamung der in der Darmröhre fortschreitenden Wellen, und zwar in gleichem Grade bei den positiven als bei den negativen Wellen, wie folgende Tabelle zeigt.

Positiv	3.5	Negativ	6.0
»	3.5	»	6.0
»	4.0	»	6.0
»	4.2	»	6.5
»	5.0	»	7.0
»	4.5	»	7.5
»	5.0	»	8.0
»	5.0	»	8.0
»	5.2	»	9.0
»	5.5	»	9.0
»	5.8		

Bei den Kautschukröhren ist das gar nicht der Fall.

2) Positive Wellen (Bergwellen oder Spannungswellen), die dadurch erregt werden, dass das fixirte Ende des Darms durch einen Körper von bestimmter Länge mit möglichst gleicher Geschwindigkeit zusammengedrückt wird, schreiten beträchtlich

Digitized by Google

schneller fort als negative Wellen (Thalwellen oder Erschlaffungswellen), welche dadurch erregt werden, dass derselbe Körper, der das Ende des Darmes zusammengedrückt hatte, mit möglichster Geschwindigkeit aufgehoben wird. Diese grössere Langsamkeit der Thalwelle wurde auch dann beobachtet, wenn man das Ende des Darms nur bis auf die Hälfte seines Durchmessers zusammengedrückt hatte und dann den zusammendrückenden Körper möglichst schnell aufhob. Bei den von mir und *Th. Weber* ausgeführten Messungen verhielt sich die Geschwindigkeit der Bergwellen zu der der Thalwellen nahe wie 11 : 7. In mit Flüssigkeit erfüllten Kautschukröhren schreiten positive und negative Wellen mit gleicher Geschwindigkeit fort.

3) Die verschiedene Grösse der lebendigen Kraft der Welle bedingte bei den Wellen in einem schwach gespannten Darme offenbar eine verschiedene Geschwindigkeit der Fortpflanzung, denn die Welle schritt z. B. mit einer sehr verschiedenen Geschwindigkeit fort, wenn, um eine positive Welle zu erregen, eine grössere Abtheilung der Röhre zusammengedrückt wurde, als wenn die Zusammendrückung nur in einer kleineren Abtheilung geschah; sie schritt ferner mit sehr verschiedener Geschwindigkeit fort, wenn die Zusammendrückung mit grösserer Kraft und daher schneller geschah, als wenn sie langsamer und mit geringerer Kraft ausgeführt wurde; die Welle schritt endlich langsamer fort, nachdem sie schon einen beträchtlichen Weg zurückgelegt hatte und durch die unvollkommene Elasticität und Reibung an lebendiger Kraft verloren hatte, als im Anfange, wo diese Schwächung noch nicht stattgefunden hatte. Bei Wellen in mit Flüssigkeit gefüllten Kautschukröhren haben alle diese Umstände keinen Einfluss auf die Geschwindigkeit der Wellen.

4) Die Wellen in dem schwachgespannten Darme nahmen, während sie sich fortbewegten, an Länge zu, namentlich war das bei den negativen Wellen sehr deutlich wahrzunehmen, wenn man die Zeit beobachtete, welche ein durch die Welle in Bewegung gesetztes, im Wasser schwebendes Körperchen brauchte, um seine Bahn zu durchlaufen. Wenn z. B. ein solches im Wasser schwebendes Körperchen nahe am Anfange des 1700 mm langen Darms 1,3 Zeiträume (welche der Chronometerschlag anzeigte) brauchte, um seine Bahn zu durchlaufen, während es durch eine negative Welle in Bewegung gesetzt wurde, bedurfte es hierzu nahe am Ende dieses Darms 2,7 bis 2,8. Nun weiss man, dass eine Welle genau in derselben Zeit um ihre Länge

Digitized by Google

fortschreitet, in welcher ein durch die Welle in Bewegung gesetztes Wassertheilchen seine Bahn durchläuft. Würde die Welle im Fortschreiten nicht retardirt, so würde man hieraus die Zunahme der Länge der negativen Welle während ihres Fortschreitens genau berechnen können.

Wellenbewegung in einer mit tropfbarer Flüssigkeit ausgedehnten elastischen Röhre, wenn die Flüssigkeit in einem Kreislaufe strömt.

Der Kreislauf des Blutes im lebenden Menschen geschieht in einer in sich selbst zurücklaufenden Röhrenleitung, die mit zwei Pumpenwerken versehen ist.

Wenn man Röhren aus vulkanisirtem Kautschuk oder in Ermangelung derselben einen gerade gelegten, mit Wasser erfüllten Dünndarm in sich selbst zurückleitet und mit einem Pumpwerke versieht, so kann man den Kreislauf vereinfacht darstellen und dadurch viele Erscheinungen desselben anschaulich machen. Ich empfehle dazu folgende sehr einfache Einrichtung. Ein Stück Dünndarm, Fig. X *h*, vertritt die Stelle des linken Ventrikels. Dasselbe wird an seinem Eingange und an seinem Ausgange mit einem Ventile versehen, das bei *e b n* und bei *f g k* zu sehen ist und nach demselben Princip als die *Valvula mitralis* oder *tricuspidalis* eingerichtet ist und zu derjenigen Gattung von Ventilen gehört, der ich den Namen Röhrenventil gegeben habe, weil eine in eine zweite Röhre hineinragende kurze sehr beugsame Röhre das Hauptstück desselben bildet. *)

*) Damit man das Spiel des Ventils sehen könne, habe ich es auf folgende Weise gebildet: Ich nehme eine kurze hölzerne Röhre, Fig. XI *e*, und bringe ihr Ende in die Höhle eines kurzen Stückchens des Dünndarms *b*, binde den Anfang des Darms auf der Holzröhre fest und befestige an dessen freiem Rande 3 Fäden *n*. Dieses Darmstück sammt der Holzröhre bringe ich nun so in eine kurze Glasröhre ein, dass der Darm in die Höhle der Glasröhre hineinragt, die Holzröhre aber den Eingang der Glasröhre verstöpselt. Fig. XII *e b d*. Soll nun diese Vorrichtung als ein Ventil wirken, so kommt es darauf an, dass sich das Darmstück nicht in die Holzröhre zurückstülpen könne. Dieses verhindere ich durch die erwähnten 3 Fäden *n*, die am Ende der Glasröhre *d* befestigt werden. Denselben Zweck kann man auch dadurch erreichen, dass man an dem in die Glasröhre hineinragenden Darmstücke der Länge nach ein Paar Stäbchen befestigt. So oft sich die Flüssigkeit in der Richtung *n b e* bewegt, wird das Darmstück bei *b* zusammengedrückt und complett geschlossen, zugleich bewegt es sich daselbst

Digitized by Google

An der Röhre *ee* und am Ende der Glasröhre *ii* werden die Enden des in einer horizontalen Ebene liegenden Darms *aa'v'v* angebunden und der ganze Apparat durch den Trichter *l* mit Wasser gefüllt. Drückt man nun bei *v* das dem Ventile nächste Stück des Darms und hierauf das Darmstück *h* momentan zusammen und wiederholt diese Zusammendrückung periodisch, so leistet *v* die Dienste der Vorkammer und *h* die Dienste der Herzkammer, *bn* die Dienste des Eingangventils (der Mitralklappe), *gk* die Dienste des Ausgangventils (der Semilunarklappe). Bei der Zusammendrückung des Darmstücks *v* weicht die darin eingeschlossene Flüssigkeit theils vorwärts in der Richtung nach *eb* aus und gelangt also dadurch in das Pumpwerk, theils weicht sie rückwärts in der Richtung *vv'* aus. Das die Stelle des Ventrikels vertretende Darmstück *h* wird hierdurch vollkommen mit Flüssigkeit gefüllt, ohne überfüllt zu werden; dieses zu bewirken ist im menschlichen Körper eben die Verrichtung des Atrii. Ich vergleiche in dieser Hinsicht die Dienste, die das Atrium im menschlichen Körper leistet, mit der Wirkung, welche die Methode beim Kornmessen gewährt, dass man auf den Scheffel mehr Korn schüttet, als er fassen kann, dass man aber den Haufen mit einem Streichholze abstreicht und nicht etwa Gewalt anwendet, um den Haufen durch Druck in den Scheffel vollends hinein zu zwängen; denn auf diese Weise wird der Scheffel immer gleichmässig gefüllt. Deswegen haben die in das Atrium unsers Körpers sich mündenden Venen keine Ventile, denn hätten sie Ventile, so müsste alles Blut des erfüllten Atrii

---

um so viel, als es die Nachgiebigkeit der Fäden *n* gestattet, nach *e* zu. Durch dieses Ventil kommt in der Richtung *nbe* kein Tropfen hindurch, auch wenn die Druckhöhe sehr gross ist. Strömt die Flüssigkeit in entgegengesetzter Richtung, so öffnet sich das Darmstück und bewegt sich ein wenig in der Richtung *bn*. Dasselbe Spiel des Ventils tritt auch ein, wenn keine Strömung des Wassers, sondern nur die mit der Bewegung des Wellenbergs und des Wellenthals verbundene Bewegung der Wassertheilchen stattfindet. Wenn sich ein Wellenberg dem Ventile entgegen und also in der Richtung *nbe* bewegt, so sieht man deutlich, wie sich das Ventil schliesst; wenn sich dagegen eine Thalwelle in derselben Richtung bewegt, so sieht man deutlich, wie sich das Ventil öffnet. Ich werde hierauf später zurückkommen und zeigen, dass die Thalwellen oder Erschlaffungswellen, welche sich vom Ventrikel und Atrium aus in die Venen hinein fortpflanzen, durch die Venenklappen nicht gehindert werden, in den Venen aus den Stämmen in die Zweige fortzuschreiten, wohl aber die Bergwellen, die durch die Zusammenziehung des Atrii in den nächsten Venenstücken erregt werden.

Digitized by Google

in den Ventrikel hinein, da es nicht rückwärts in die Venen ausweichen könnte, und dann hinge es wieder vom Zufalle ab, wie vollkommen oder unvollkommen sich das Atrium jedes Mal mit Blut füllte.

Bei der Zusammendrückung von *h* schliesst sich sogleich das Ventil *bn* und hindert die Flüssigkeit nach *v* auszuweichen und daselbst eine Bergwelle zu erzeugen; alle Flüssigkeit wird daher in der Richtung nach *g k a* gedrängt. Wäre *a a'* eine völlig erfüllte unausdehnbare Röhre, so könnte die Flüssigkeit nicht eher nach *a* eindringen, bis die ganze Flüssigkeitssäule *a a' v' v* in allen ihren Theilen gleichzeitig in Bewegung geriethe und in allen ihren Abtheilungen mit einer bestimmten Geschwindigkeit in der Richtung nach dem erschlafften *v* zu um so viel fortbewegt würde, als der aus *h* ausgepresste Theil der Flüssigkeit Raum in *a* einnähme. Es würde also hierdurch keine Welle, sondern eine Strömung der Flüssigkeit entstehen, die so lange dauerte, als die Zusammenziehung von *h*.

Da nun aber *a a' v' v* eine ausdehnbare elastische Röhre ist, so geschieht die Verschiebung der Flüssigkeitstheilchen successiv, und die von *e* ausgetriebene Flüssigkeitsmenge findet zunächst in dem sich ausdehnenden Theile von *a* Platz und erzeugt daselbst eine positive Welle (Spannungswelle oder Bergwelle), welche mit einer gewissen Geschwindigkeit nach *a' v' v* fortschreitet. Wäre bei *g k* kein Ventil vorhanden und hörte die Zusammendrückung in *h* sogleich nach der Austreibung der Flüssigkeit auf, so würde die gespannte Röhre *a* sogleich einen Theil der Flüssigkeit nöthigen, rückwärts nach *h* auszuweichen, und hierdurch würde in *a* eine negative Welle (Thalwelle oder Erschlaffungswelle) entstehen, welche der vorausgegangenen Bergwelle nachfolgen und mit einer gewissen Geschwindigkeit nach *a' v' v* fortschreiten würde. Bei gänzlich mangelnden Ventilen würden die Flüssigkeitstheilchen in *a a' v'*, während diese negative Welle (Erschlaffungswelle) hindurchginge, um ein eben so grosses Stück rückwärts bewegt werden, als sie sich vorher, während die positive Welle (Spannungswelle) hindurchging, vorwärts bewegt hätten, und die Flüssigkeitstheilchen würden also an ihren Ort zurückkehren. Da nun aber das Ventil *g k* das Zurückweichen der Flüssigkeit nach *h* nicht gestattet, so folgt auf die positive Welle keine negative Welle, sondern die periodisch sich wiederholenden Zusammendrückungen von *h* bringen in *a* nur positive Wellen hervor, und jede po-

Digitized by Google

sitive Welle bewegt die Flüssigkeitstheilchen in dem Sinne des Pfeils a in $aa'v'v$ ein Stückchen nach vh zu fort und hilft so die Flüssigkeit im Kreise herum bewegen, ohne dass sie durch Strömen fort fliesst.

Wir haben bis jetzt untersucht, was zu Folge der Zusammendrückung der Röhrenabtheilung h, welche die Stelle des Herzventrikels vertritt, und vermöge der Mitwirkung der beiden benachbarten Ventile in der Röhre $aa'v'v$ geschieht, dass nämlich eine positive Welle entsteht, die verhindert wird, unmittelbar nach v zu gelangen und also nur $aa'v'v$ durchläuft, ohne dass ihr eine negative nachfolgt. Wir wollen nun sehen, welche Wirkungen die Erschlaffung der die Stelle des Ventrikels vertretenden Röhrenabtheilung h bei der Mitwirkung der beiden Ventile hervorbringt. Sobald das Herz h erschlafft, so würde sich, wenn keine Ventile vorhanden wären, die gepresste Flüssigkeit gleichzeitig von beiden Seiten her, nämlich von a und von v nach h hereinstürzen und zwei negative Wellen hervorbringen, von welchen die eine nach aa', die andere nach vv' fortschritte. Da nun aber das Ventil gk sich der negativen Welle verschliesst, dagegen das Ventil bn nach n sich ihr öffnet, so kann die Flüssigkeit nur von v her nach h hereindringen und dadurch eine negative Welle bilden, die nach vv' fortschreitet. Man sieht hieraus, dass die mit dem Herzen h in Verbindung stehenden Ventile die Wirkung haben, dass bei der periodisch abwechselnden Zusammendrückung und Erschlaffung von h positive Wellen nur nach aa', negative nur nach vv' ausgehen. Beide Classen von Wellen bewegen die Flüssigkeitstheilchen in demselben Sinne, nämlich die positive Welle in der Richtung des Pfeils a und die negative Welle in der Richtung des Pfeils v. Wären keine Ventile gebildet, so würden nach beiden Seiten hin sowohl positive als negative Wellen gehen, und die negative Welle, die jeder positiven Welle dann nachfolgte, würde die Bewegung aufheben, welche die positive Welle hervorbrächte; auf diese Weise würde die Flüssigkeit im Canale an ihrem Orte bleiben und kein Kreislauf entstehen. Da nun aber die positiven Wellen nur nach aa', die negativen nur nach vv' gelangen, so unterstützen sich beide Classen von Wellen und beide bringen den Kreislauf hervor. Gerade so verhält sich's auch im menschlichen Körper. Dass man beim Menschen die negativen Wellen nicht als Puls fühlen kann, liegt darin, dass die Venen nicht so sehr angespannt sind

Digitized by Google

als die Arterien, und dass die Dilatation des Ventrikels und Atrii nicht so rasch geschieht als die Contraction derselben.

Ist der Röhrenzirkel $haa'v'v$ nirgends beengt, so durchläuft jede positive Welle mit einer grossen Geschwindigkeit den ganzen Röhrenzirkel und bewirkt, dass sich schon, ehe eine neue Zusammendrückung von h erfolgt, in dem ganzen Röhrenzirkel die Flüssigkeit ins Gleichgewicht setzt, so dass überall ein gleicher Druck vorhanden ist. Anders verhält sich's, wenn in der Glasröhre pp ein Waschschwamm c angebracht wird, der die Röhre verstopft und hier Dasselbe bewirkt, was bei dem Kreislaufe des Blutes die Capillargefässe.*) Dann kann die Flüssigkeit daselbst wegen der Friction nicht so schnell hindurch dringen, als zur Fortpflanzung der ganzen positiven Welle erforderlich ist. Die Wellenbewegung wird daher durch den Schwamm reflectirt und unmerklich gemacht, auf ähnliche Weise, wie sie im lebenden Menschen durch die Capillargefässe reflectirt und unmerklich gemacht wird, so dass man in regelmässigem Zustande in den Venen den Puls nicht mehr wahrnehmen kann. Wiederholt sich nun die periodisch erfolgende Zusammendrückung von h schnell genug, so entsteht in aa' eine Anhäufung der Flüssigkeit, denn mit jeder Zusammendrückung (Systole) des Herzens h wird eine neue Quantität Flüssigkeit nach aa' eingetrieben, während in derselben Zeit nicht so viel Flüssigkeit durch den Schwamm c nach v' hinüber dringen kann. In vv' aber entsteht bei jeder Diastole des Herzens h eine noch grössere Verminderung der Flüssigkeit, weil aus v mehr Flüssigkeit in das Herz h hinübertritt, als von a' durch den Schwamm c nach v' gelangt. Auf diese Weise nimmt die Menge der Flüssigkeit in aa' so lange zu und in $v'v$ so lange ab, bis der Unterschied des Drucks, den die Flüssigkeit in aa' und in $v'v$ erleidet, so gross ist, dass von einer Zusammendrückung des Herzens h zur andern gerade so viel Flüssigkeit durch den Schwamm dringt, als von h nach a hingetrieben wird. Ist dieser Grad der Differenz des Drucks in den beiden Abtheilungen des Röhrenzirkels eingetreten, so kann nun, wenn auf gleiche Weise in e fortgepumpt wird, ein beharrlicher Zustand eintreten, bei wel-

*) Noch zweckmässiger ist es, so wie *Volkmann*, eine siebartige Scheidewand anzubringen, die man aus feinmaschigem Tüll bilden kann, den man einfach oder mehrfach über das Lumen der Glasröhre ziehen und festbinden kann. Siehe *Volkmann's* Haemodynamik p. 295.

Digitized by Google

chem der Druck, den die Flüssigkeit vor dem Schwamme in aa' erleidet und ausübt, vielleicht 10Mal grösser ist als hinter dem Schwamme in $v'v$. Wie gross die Druckdifferenz sein müsse, damit sich ein beharrlicher Zustand herstellt, hängt von der Grösse des Hindernisses ab, welches der Schwamm dem Durchgange der Flüssigkeit entgegensetzt, und dieses hängt *caeteris paribus* (d. h. z. B. wenn die Klebrigkeit des Blutes und andere solche Umstände dieselben sind) wieder davon ab, wie eng, wie lang die engen Wege und wie zahlreich diese Wege sind, die die Flüssigkeit durch den Schwamm zu durchlaufen hat, denn der Grad der Engigkeit jener Wege und die Länge der engen Strecke vermehren, die grössere Zahl der Wege dagegen vermindert das Hinderniss, das der Fortbewegung der Flüssigkeit entgegen steht, und dieselben Umstände sind es auch, welche das Hinderniss für den Durchgang des Blutes durch die Haargefässe bei den lebenden Menschen vergrössern und verkleinern.

Sobald nun ein in Betracht kommender fortdauernder Druckunterschied in den beiden Röhrenabtheilungen aa' und $v'v$ eingetreten ist, so wird die Bewegung der Flüssigkeit aus der Röhrenabtheilung aa' nach $v'v$ nicht mehr bloss durch die Wellen, sondern zugleich auch durch Strömung bewirkt, und die Flüssigkeit fährt daher noch einige Zeit fort, sich von aa' nach vv' zu bewegen, wenn auch das Pumpwerk h still steht.

Man sieht an dem vereinfachten Modelle des Kreislaufs, dass das Pumpwerk h (das Herz) den mittleren Druck, *) den die in dem Röhrenzirkel eingeschlossene Flüssigkeit auf die Röhrenwände ausübt, nicht vermehren, sondern dass es denselben nur ungleich machen könne, indem es durch sein Pumpen den Druck in den Venen $v'v$, aus welchen es Flüssigkeit hinwegnimmt, vermindert, in den Arterien aber, in welche es dieselbe Flüssigkeit hineindrängt, vermehrt. **) Der mittlere Druck der Flüssigkeit kann in diesem Modelle nur dadurch vergrössert werden, dass man die Röhre durch den Trichter l durch hinzugegossene Flüssigkeit noch mehr erfüllt.

Der mittlere Druck, den das Blut in unserem Gefässsysteme

---

*) Den mittleren Druck würde man bei dem Modelle kennen lernen, wenn man den Druck von Zoll zu Zoll mässe, die gefundenen Zahlen addirte und die Gesammtsumme durch die Zahl der Zolle dividirte.

**) Diesen so kurz und klar ausgedrückten Gedanken hat mein Bruder *Eduard* schon vor vielen Jahren gegen mich ausgesprochen.

Digitized by Google

auf die Wand der Röhren ausübt, hängt also nicht vom Herzen, sondern von dem Uebergewichte ab, welches die Resorption von Flüssigkeit durch die Blutgefässe und Lymphgefässe über die Secretion, über das Durchschwitzen von Flüssigkeit durch die Wände der Röhren des Gefässsystems und über die Verdunstung hat. Der Trichter *l* stellt also bildlich die Lymphgefässe und überhaupt die resorbirenden Gefässe dar, während *a a'* die Arterien und *v' v* die Venen und der Schwamm c die Capillargefässe, insofern sie enge Uebergangswege aus den Arterien in die Venen sind, vertritt. Die Einrichtung unsers Gefässsystems, vermöge deren der Röhrenzirkel, dessen Wände namentlich in den Haargefässen die Flüssigkeit so überaus leicht hindurchdringen und heraustreten lassen, dennoch durch die in ihm enthaltene Flüssigkeit nicht nur gefüllt, sondern mit so grosser Kraft gespannt ist und fortwährend gespannt erhalten wird, muss uns in Erstaunen setzen. Weder in den Pflanzen noch sonst im Körper der Thiere finden wir seines Gleichen. Durch Endosmose ist dieses nicht zu erklären. Denn ein einseitiger, von innen nach aussen gehender Druck wirkt der durch Endosmose zu bewirkenden Aufnahme von Flüssigkeit in die Gefässe entgegen. Auch kann sich die Menge der in den Gefässen befindlichen Substanz, welche eine Anziehung gegen das Wasser ausübt und dieses in die Gefässe hereinzieht, durch die Endosmose nur vermindern, nicht vermehren. Es muss daher solche Substanz noch durch andere Kräfte als durch Endosmose, vielleicht durch eine noch nicht gekannte Einrichtung der Lymphgefässe in das Gefässsystem eingeführt werden.

Es scheint uns nicht zu gelingen, durch Trinken von grossen Mengen Wasser oder durch Einspritzen von reinem Wasser in die Adern jenen mittleren Druck zu vergrössern. Das in die Adern aufgenommene Wasser wird so schnell aus den Haargefässen der Nieren in die Harncanäle ausgeschieden, oder von dem die Haargefässe umgebenden Zellgewebe imbibirt, dass dadurch eine wahrnehmbare Steigerung des Blutdrucks nicht zu entstehen scheint. Nach den von *Magendie**) und *Poiseuille* gemeinschaftlich ausgeführten Versuchen vermehrt warmes Wasser den Druck des Blutes in den Arterien oder in den Venen nicht. Sogar Blut, dem der Faserstoff vorher entzogen worden ist (defibrinirtes Blut), wird nicht in den Gefässen zurückge-

*) *Magendie in Comptes rendus* 1838 Jan. p. 55.

Digitized by Google

halten, die Gewebe saugen sich voll und schwellen davon an. Bei nicht defibrinirtem Blute ist das nicht der Fall.

Im Leichnam gelingt es nach den von mir gemachten und oft wiederholten Versuchen wegen des Durchschwitzens des in die Adern eingespritzten Wassers durch die Haargefässe und wegen der Imbibition des Zellgewebes nicht, auch nur auf eine Minute die Blutgefässe so mit reinem Wasser zu füllen, dass der Druck der Flüssigkeit auf die Wände der Arterien halb so gross wäre, als er während des Lebens ist. Es ist so, als wären die Haargefässe ein Sieb, das das Wasser augenblicklich wieder austreten liesse; der ganze Körper wird unter den Händen wassersüchtig, und die Spannung der Arterien vergeht, so wie man zu spritzen aufhört, und nur ein kleinerer Theil des Wassers gelangt bis in die grossen Venen, so leicht auch an und für sich der Uebergang des Wassers aus den Arterien in die Venen geschieht. *)

*) Diese Verhältnisse machen, wie mir scheint, die von *Valentin* geistreich erdachte und sogar versuchte Methode, die Menge des Blutes in dem Körper eines Säugethiers zu bestimmen, unanwendbar. *Valentin* nimmt z. B. von einem Hunde eine Blutprobe und bestimmt durch Verdunsten des Wassers den Gehalt derselben an festem Stoffe und an Wasser und also die Proportion in der beide Bestandtheile vorhanden sind. Hierauf spritzt er eine bestimmte Menge Wasser in die Venen des lebenden Thieres ein und nimmt an, dass sich dieses vollkommen mit dem circulirenden Blute mische. Dann nimmt er wieder eine Blutprobe von dem dadurch verdünnten Blute und bestimmt wieder den Gehalt an festem Stoffe und an Wasser. Aus der Aenderung der Proportion dieses Gehalts durch eine bestimmte Menge eingespritztes Wasser lässt sich die Menge des Blutes berechnen, mit der sich das eingespritzte Wasser vermischt hat. Ueber die Erscheinungen, welche die Einspritzung des Wassers hervorgebracht hat, über den etwa eingetretenen Tod der Thiere und die Resultate der Section ist nichts angegeben, nur so viel sieht man, dass zu jedem der angeführten Experimente ein anderer Hund gebraucht worden ist. Es wäre aber sehr zu wünschen gewesen, dass das Thier sogleich, nachdem die 2te Blutprobe genommen worden, getödtet und genau untersucht worden wäre, theils um sich durch ausreichende Versuche zu überzeugen, dass das eingespritzte Wasser sich gleichmässig mit der ganzen Blutmasse gemischt habe, theils um darüber gewiss zu werden, dass keine Ausschwitzung von Wasser in die Lungen, in die Gedärme, in das Zellgewebe und keine reichliche Secretion von Wasser durch die Nieren stattgefunden habe. Denn mischt sich das eingespritzte Wasser nicht sogleich vom Anfange mit dem Blute, oder dringt es in beträchtlichen Mengen aus den Blutgefässen heraus, so ist die Methode unanwendbar. Man muss zugestehen, dass die Verhältnisse, unter welchen der an sich delicate Versuch angestellt werden kann, weit günstiger sind, wenn man Blut und Wasser in einem Glasgefässe zusammenrührt, als wenn man beide in den Blutgefässen eines Säugethieres zusam-

Digitized by Google

Diese Eigenschaft der Haargefässe, Wasser durch ihre Wände schnell durchschwitzen zu lassen, verhindert es, genaue Versuche über die Geschwindigkeit der Fortpflanzung des Drucks in den mit Wasser angefüllten Blutgefässen des Leichnams des Menschen anzustellen. Bei einem Selbstmörder wurde von mir eine weite, mit einem Manometer versehene Röhre in die Aorta über dem Zwerchfelle eingesetzt und das Gefässsystem durch Eingiessen von Wasser in das mit dieser Röhre in Verbindung stehende Spritzenrohr mit Wasser gefüllt. Der Druck, durch welchen das Wasser

---

menbringt, deren Haargefässe Wasser ganz leicht durch ihre Wände hindurchdringen lassen und von einer grossen Menge von schwammiger Substanz umgeben sind, welche das Wasser mit Begierde aufsaugt. Wenn man eine beträchtliche Menge von Wasser in die Venen spritzt, so bildet dasselbe eine Wassersäule, die sich nur da mit Blut vermengt, wo 2 Venen zusammenstossen, und auch an diesen Orten geht nur dann ein Zusammenfliessen von Blut und Wasser vor sich, wenn der Druck, mit welchem das Wasser eingespritzt wird, nicht grösser ist, als der Druck, durch welchen das Blut in den Venen strömt. Denn ist der erstere Druck grösser als der letztere, so kann das Blut in die mit Wasser gefüllte Vene nicht herein, wo Klappen sind, schliesst sogar das Wasser die Klappen, und es findet nur insofern eine Vermischung von Blut und Wasser statt, als das Blut selbst eine Anziehung zum Wasser in der Berührung hat. Kommt nun das Wasser, ehe es sich mit dem ganzen in so verschiedenen Theilen des Körpers vertheilten Blute vollkommen gemischt hat, in die Haargefässe, so lassen diese dieses wässerige Blut viel leichter durch ihre zarten Wände hindurch als nicht verdünntes Blut, und das wässerige Blut dringt ausserdem deswegen in grosser Menge durch die Haargefässe, weil der Blutdruck in den Blutgefässen sehr erhöht wird, wenn die in dem Blutgefässsysteme eingeschlossene Flüssigkeit durch das eingespritzte Wasser wie hier um $^1/_8$ bis um $^1/_{16}$ ihres Gewichts vergrössert worden ist, und wenn das die Haargefässe umgebende Zellgewebe ein grosses Bestreben hat, die wässerigen Theile des Blutes an sich zu ziehen und einzusaugen. Vor allen Dingen scheint mir bei dem so schwierigen Versuche nothwendig, dass, um wenigstens eine Controle zu haben, in eine Arterie des zum Versuche dienenden Thiers ein Hämadynamometer eingebracht werde, denn sollte sich bei der Beobachtung desselben finden, dass das Quecksilber desselben nur wenig stiege oder schnell wieder sänke, während die Blutmenge durch Einspritzung von Wasser angeblich um $^1/_8$ oder $^1/_{16}$ vermehrt würde, so könnte man sicher sein, dass die Durchschwitzung wässerigen Blutes durch die Haargefässe sehr gross und die Methode unanwendbar sei. Diese Durchschwitzung ist am meisten zu fürchten, wenn das eingespritzte Wasser zum ersten Male in die Haargefässe kommt. Ist es mehrmals durch die Haargefässe hindurch gegangen, d. h. nach einer oder einigen Minuten, so kann das im Blute gebliebene Wasser ziemlich gleichmässig vertheilt sein, und aus dieser gleichmässigen Vertheilung darf nicht der Schluss gezogen werden, dass der Versuch gelungen sei.

Digitized by Google

in den Blutgefässen vorwärts getrieben wurde, wurde durch die senkrechte, 1 Fuss bis 1 ½ Fuss betragende Höhe der Flüssigkeitssäule hervorgebracht, welche die Röhre und das Spritzenrohr erfüllte, denn diese Röhren wurden durch Nachgiessen immer voll erhalten. Als nun das Wasser aus einer in die Mündung der *vena cava inferior* eingebundenen, etwa 3 Zoll ansteigenden Röhre fortwährend auströpfelte, wurden plötzlich 397 Gramm Wasser durch das Niederdrücken eines Stempels aus der Spritzenröhre in die Aorta in der Zeit von ungefähr einer Secunde eingetrieben. Dabei stieg zwar das im Manometer enthaltene Quecksilber, so lange das Spritzen dauerte; fiel aber, sowie der Stempel niedergedrückt war, wieder. Schon 1 ¼ Secunde nach dem Anfange der Bewegung des Stempels floss das vorher nur tröpfelnde Wasser aus der in die *Vena cava* eingebundenen Röhre in einem continuirlichen Strome aus, der ungefähr 7 bis 8 Secunden fortdauerte, während das Einspritzen nur 1 Secunde gedauert hatte. Denn nach Ablauf dieser Zeit trat das Wasser wieder nur tropfenweise aus. Es war nicht möglich, die Blutgefässe auch durch schnell wiederholtes Einspritzen so zu füllen, dass das Manometer sich auch nur kurze Zeit auf einer Höhe erhalten hätte, die dem Drucke einigermassen nahe gekommen wäre, den man während des Lebens in den Arterien beobachtet. Dabei erfolgte eine reichliche Ausschwitzung von Wasser in dem Unterleibe. Es ist also wohl zu merken, dass ungeachtet die *Vena cava* und ihre Zweige nur so erfüllt waren, dass der Wasserdruck im Ende der *Vena cava inferior* ungefähr dem einer 3 Zoll hohen Wassersäule gleich kam, doch der Druck sich so schnell aus der Aorta durch die Haargefässe bis in die *Vena cava* verbreitete, dass das Wasser, welches bis jetzt nur tropfenweise aus der 3 Zoll ansteigenden *Vena cava inferior* ausgeflossen war, 1 ¼ Secunde nach dem Anfange des Einspritzens in einem Strome aus derselben hervortrat, der 7 bis 8 Secunden continuirlich fortdauerte, während das Einspritzen in einer Secunde geschah, so dass also der in der Aorta hervorgebrachte Druck einen sieben bis acht Mal länger dauernden erhöheten Druck in der *Vena cava inferior* zur Folge hatte.

Digitized by Google

Geschwindigkeit der Pulswellen im Körper des Menschen und ihre Gestalt.

Nach den von mir vor 23 Jahren bekannt gemachten Versuchen*) wird das Anschlagen der Pulswelle in der *Arteria maxillaris externa*, da, wo sie bei mir an die untere Kinnlade angedrückt werden kann, jeder Zeit etwas früher gefühlt als an dem über den Fussrücken laufenden Endzweige der *Arteria tibialis antica*. Der Unterschied der Zeit beträgt nach meiner Schätzung etwa $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{7}$ Secunde. Die Pulswelle braucht also $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{7}$ Secunde mehr, um vom Ursprunge der Carotis aus der Aorta bis zum Fussrücken (bis zu dem *os cuneiforme primum*) fortgepflanzt zu werden, als um von dem Ursprunge der Carotis bis zu der unteren Kinnlade fortzuschreiten. Der letztere Raum beträgt ungefähr 150^{mm}, während der Abstand der *Arteria maxillaris externa* von dem erwähnten Theile des Fussrückens 1620^{mm}. Zieht man also 2 Mal 150^{mm} = 300^{mm} von 1620^{mm} ab, so erhält man 1320^{mm} als den Weg, den die Pulswelle in $\frac{1}{6}$ oder $\frac{1}{7}$ Secunde durchläuft. Nimmt man die Bestimmung von $\frac{1}{7}$ Secunde als richtig an, so durchlief bei mir die Pulswelle in 1 Secunde 9240^{mm} oder ungefähr 28½ Fuss P. M. Die Geschwindigkeit, welche die Welle in der mit Wasser gefüllten Kautschukröhre aus vulkanisirtem Kautschuk hatte, die bei meinen Experimenten gebraucht wurde, betrug 11250^{mm} in 1 Secunde oder ungefähr 34½ Fuss, und die Geschwindigkeit der Fortpflanzung der Welle in Kautschuk scheint also nicht sehr verschieden von der in den Arterien zu sein.

Bei dieser grossen Geschwindigkeit, mit welcher die Pulswelle fortschreitet, darf man sie sich nicht als eine kurze Welle vorstellen, die längs der Arterien fortläuft, sondern so lang, dass nicht einmal eine einzige Pulswelle Platz in der Strecke vom Anfange der Aorta bis zur Arterie der grossen Fusszehe hat. Nehmen wir an, dass die die Pulswelle erzeugende Zusammenziehung des Ventrikels $\frac{1}{4}$ Secunde daure, so ist der Anfang der Pulswelle schon 3080^{mm} oder mehr als 9 Paris. Fuss weit fort-

*) *E. H. Weber, Programma: Pulsum arteriarum non in omnibus arteriis simul, sed in arteriis a corde valde remotis paulo serius quam in corde et in arteriis cordi vicinis fieri. Lipsiae d. 20 mens. Nov. 1827, 4 recus. in Annotationes anatomicae et physiologicae, de pulsu resorptione auditu et tactu, Lipsiae 1834 apud Köhler, p. 1.*

Digitized by Google

geschritten, während das Ende derselben in der Aorta so eben entsteht. Der Anfang der Pulswelle ist schon unwahrnehmbar geworden durch vielfache Reflexion und grosse Friction in den kleineren Arterien und Haargefässen, ehe noch das Ende derselben im Anfange der Aorta entstanden ist.*) An den unzähligen Theilungswinkeln und an allen Orten, wo ein merklicher Widerstand geleistet wird, werden, wie man aus der Theorie der Wellen weiss, Theile der Welle reflectirt, die das Arteriensystem in entgegengesetzter Richtung nach der Aorta zu durchlaufen und eine gleichmässigere Anspannung des Arteriensystems hervorbringen müssen.

Ueber die Reibung, die das circulirende Blut in den Blutgefässen erleidet, und über die Grösse des Seitendrucks, den das Blut dabei auf die Wände der Gefässe ausübt.

Mit diesem Gegenstande hat sich der berühmte Physiker *Thomas Young***) beschäftigt und vorher als Vorbereitung dazu eine sehr umfangreiche theoretische und experimentelle hydraulische Untersuchung über die Bewegung tropfbarer Flüssigkeiten in starren und in dehnbaren elastischen Röhren ausgeführt.

Er hat in derselben über die Friction und Geschwindigkeit des in geraden und krummen, in engen und weiten, in kurzen und langen Röhren strömenden Wassers, ferner über die Fortpflanzung eines Impulses durch eine mit tropfbarer Flüssigkeit erfüllte elastische Röhre und die Abnahme der Grösse einer solchen Pulswelle, die sich divergirend ausbreitet, an verschiedenen

---

*) Diese Beschreibung der Gestalt der Pulswellen steht nicht mit den Abbildungen im Widerspruche, welche *Ludwig* und *Volkmann* von ihnen gegeben haben, indem sie dieselben mittelst des von *Ludwig* erfundenen Kymographion sich selbst abbilden liessen. Denn das Instrument ist so eingerichtet, dass es die Länge der Welle ausserordentlich verkürzt. Bei *Volkmann*, Taf. VII und VIII, sind die Pulswellen so gezeichnet, als schritten sie in 1 Secunde 6 Millimeter fort, während sie nach meinen Bestimmungen 9240 Millimeter fortgehn; sie sind also im Bilde ungefähr 1540 Mal kürzer dargestellt, als sie in der Wirklichkeit sind.

**) *Thomas Young M. D. Hydraulic investigations, subservient to an intended Croonian Lecture on the Motion of the Blood. Read May* 5. 1808. *Philos. Transact.* 1808. *P. II p.* 164 und *The Croonian Lecture, on the Functions of the Heart and Arteries. Read Nov.* 10. 1808. *Philos. Transact.* 1809, *P. I, p.* 1.

Digitized by Google

Punkten ihres Wegs gehandelt. Bei seiner Untersuchung über den Widerstand, welchen das Wasser in starren Röhren zu überwinden hat, hat er ausser seinen eigenen Versuchen die Experimente berücksichtigt, welche schon vor ihm *Couplet*, *Bossut* und *Dubuat* hierüber angestellt hatten, so wie auch *Gerstner's* Versuche über die Verschiedenheit des Widerstandes, wenn das Wasser wärmer oder kälter ist. Um den Einfluss der Klebrigkeit der Flüssigkeiten zu erörtern, machte er Versuche mit Milch und Zuckerwasser und wendete diese physikalischen Forschungen auf den Kreislauf des Blutes in lebenden Thieren an, indem er sich hierbei hauptsächlich auf die Untersuchungen von *Stephanus Hales* stützte.

Eins von den von *Young* gewonnenen Resultaten, welches uns hier vorzüglich interessirt, ist dieses, dass der Widerstand, welchen das Blut zu überwinden hat, um sich durch die Arterien zu bewegen und aus ihnen in die Venen überzugehen, fast ganz entsteht durch die Reibung, die es in den kleinsten Arterien, Haargefässen und in den kleinsten Venen erleidet. Aus den mit engen und weiten Glasröhren angestellten Versuchen geht nämlich nach *Young* mit Gewissheit hervor, dass, wenn Wasser in unsern Adern circulirte, der Widerstand, den dasselbe von der Aorta an bis in die Arterien von einem Durchmesser von $\frac{1}{17}$ engl. Zoll erleiden würde, so gering sein würde, dass es in einer senkrechten Glasröhre, die man in die Wand einer Arterie von $\frac{1}{17}$ Zoll Durchmesser einsetzte, nur um 2 Zoll weniger hoch steigen würde, als in einer Röhre, die in die Wand der Aorta eingesetzt würde; und wenn also das Wasser in dieser letzteren 7 Fuss 6 Zoll hoch stiege, so würde es in einer den Haargefässen näheren Arterie von $\frac{1}{17}$ Zoll Durchmesser 7 Fuss 4 Zoll hoch steigen. Nach *Young's* Versuchen ist die Friction, welche Milch in Glasröhren erleidet, 3 Mal so gross als bei dem Wasser, und die Friction des Zuckerwassers, das 1 Theil Zucker in 5 Gewichtstheilen Wasser enthält, ist zwei Mal so gross. Nach einigen von *Hales* beobachteten Thatsachen vermuthet *Young*, dass die Reibung des Blutes ungefähr 4 Mal so gross sei als die des Wassers, und dass also Blut in einer senkrechten Röhre, die in eine Arterie von $\frac{1}{17}$ Zoll Durchmesser eingesetzt würde, ungefähr 8 Zoll weniger hoch steigen würde, als in einer in die Aorta eingebrachten senkrechten Röhre.

Zu demselben Resultate als *Young*, dass nur ein sehr geringer Theil des Widerstandes, den das circulirende Blut erleide,

Digitized by Google

in den weiteren Gefässen entstehe, ist auch *Poiseuille**) durch seine Versuche geführt worden. Derselbe untersuchte in Glasröhren den Einfluss, welchen der Druck der Flüssigkeit, die Länge der Röhre, der Durchmesser derselben und endlich die Temperatur ausüben, um die Menge der Flüssigkeit zu vermehren oder zu vermindern, welche in einer gegebenen Zeit durch eine enge Röhre fliesst, und dasselbe Resultat ergaben die von ihm mitgetheilten Messungen des Blutdrucks in den Arterien lebender Säugethiere.**) Es wurde der Blutdruck beim Pferde in der *Arteria carotis*, deren Durchmesser 10 ^{mm} betrug und die sich in einer Entfernung von 976 ^{mm} oder ungefähr 3 Par. Fuss vom Herzen befand, ebenso gross gefunden, als der in einer Arterie eines Schenkelmuskels desselben Thieres, deren Durchmesser nur 2 ^{mm} und deren Entfernung vom Herzen 1710 ^{mm} betrug, die also um 734 ^{mm} oder 2 Fuss 3 Zoll weiter vom Herzen entfernt war als die Carotis. In beiden Arterien betrug der durch das Hämadynamometer angezeigte Seitendruck des Blutes auf die Wände 146,68 ^{mm}. Der Blutdruck in der *Arteria cruralis* eines Hundes war eben so gross als in der *achsillaris*, obgleich sie 393 ^{mm} vom Herzen entfernter war als diese; ebenso verhielt es sich in der *Arteria humeralis* und *carotis* eines anderen Hundes, wiewohl diese letztere dem Herzen um 190 ^{mm} näher war. Bei einem dritten Hunde war der Blutdruck in der *Arteria carotis* und *cruralis* gleich, obgleich die letztere um 335 ^{mm} dem Herzen näher war als die erstere. Bei einem vierten Hunde betrug der Druck in der *Arteria carotis* und gleichzeitig in der *humeralis* 179,04 ^{mm} obgleich die letztere Arterie 95 ^{mm} weiter entfernt vom Herzen war als die erstere.

*Volkmann****) hat sich, unstreitig weil er den physikalischen

---

*) *J. L. M. Poiseuille, Recherches sur le mouvement des liquides dans les tubes de très-petit diamètre. Comptes rendus* 1840 *Decembre p.* 961, 1842 *p.* 460, 1843 *Janvier p.* 60 und in *Poggendorf's* Annalen der Physik 1842. p. 424.

**) *Poiseuille, Recherches sur la force du coeur aortique à Paris* 1828. *p.* 32—36. Jedes dieser Resultate ist zwar das Mittel aus vielen Beobachtungen, dessenungeachtet muss es aber auffallen, dass eine völlige Gleichheit des Blutdrucks, die sogar noch in der zweiten Decimalstelle vorhanden war, gefunden wurde, die, wie schon *Volkmann* sehr wahr bemerkt hat, unter den vorliegenden Verhältnissen nicht möglich ist.

***) *A. W. Volkmann* in seinem Werke. *Die Hämadynamik nach Ver-*

Digitized by Google

Theil der *Young*'schen Arbeit nicht kannte, mit grosser Beharrlichkeit einer sehr mühevollen Experimentaluntersuchung über ähnliche hydraulische Aufgaben unterzogen, einer schwierigen Arbeit, die sich mehr für einen in hydraulischen Untersuchungen geübten, mit der Literatur der Hydraulik vertrauten, rechnenden Physiker, wie *Young* war, als für einen Physiologen eignet.

Die Resultate, zu denen er durch seine Untersuchungen geführt worden ist, weichen von den von *Young* erhaltenen sehr ab. Er glaubt gefunden zu haben, dass Flüssigkeiten schon in kurzen und sehr weiten Röhren durch die Friction einen sehr merklichen Widerstand erleiden. Hätte *Volkmann* seine Versuche über den Seitendruck der in starren oder ausdehnbaren elastischen Röhren bewegten Flüssigkeiten unter Umständen gemacht, die denen, welche in den Arterien des Körpers der Säugethiere stattfinden, ähnlich gewesen wären, so würden unstreitig seine Resultate anders ausgefallen sein. Wenn er also in der Weise, wie er es bei dem Seite 295 seines Werks von ihm beschriebenen Experimente gethan hat, in der Mitte seiner Röhrenleitung ein ähnliches Hemmniss für den Durchgang des Wassers angebracht hätte, als das ist, welches die Haargefässe im Körper der Säugethiere an der Uebergangsstelle des Arteriensystems in das Venensystem bilden, und wenn dann der Wasserdruck in der Röhre vor dem Hemmnisse 10 bis 12 Mal grösser gewesen wäre als hinter demselben, wenn endlich das Wasser nur die geringe Geschwindigkeit des Blutes in den Arterien gehabt hätte, so würde an zwei entfernten Punkten des vor dem Hemmnisse gelegenen Röhrenstücks nur eine geringe Druckdifferenz stattgefunden haben.

Nach *Volkmann*'s*) directen Messungen des Blutdrucks in den Arterien und Venen lebender Thiere mittelst des Hämadynamometers und des Kymographion wurde der Blutdruck im Allgemeinen in den grössern, dem Herzen näheren Arterien beträchtlich grösser als in den kleineren und vom Herzen entfernteren Arterien gefunden. Umgekehrt verhielt es sich in dieser Hinsicht in den Venen. Nur die Schenkelarterie machte eine

---

suchen. Nebst 10 Tafeln Abbildungen. Leipzig 1850. 8., in welchem die Lehre vom Kreislaufe des Blutes durch viele neue interessante Versuche bereichert worden ist.

*) *Volkmann*, a. a. O. p. 167.

Digitized by Google

Ausnahme von dieser Regel, denn in ihr fand er bei Hunden fast ohne Ausnahme den Druck des Blutes etwas grösser als in der Carotis.*) Beim Kalbe und Kaninchen dagegen war er daselbst etwas kleiner.

Spengler **) dagegen fand den Druck des Blutes in den vom Herzen entferteren Arterien in der Regel beträchtlich (um 20,5^{mm} bis 33,9^{mm} Quecksilberdruck) grösser als in den dem Herzen näheren Arterien, was den physikalischen Gesetzen so sehr widerspricht, dass irgend eine von den vielen Quellen des Irrthums unberücksichtigt geblieben sein muss, welche bei diesen schwierigen Versuchen schwer ganz zu vermeiden sind. Darin stimmen indessen *Spengler's* Messungen mit *Volkmann's* Bestimmungen überein, dass der Druck in einem Hämadynamometer, den man in die *carotis communis* so einführt, dass er nach dem Herzen hingerichtet ist, etwas grösser gefunden wird, als wenn das Instrument nach den Zweigen zu gerichtet ist und folglich das Blut nur durch Anastomosen zu dem Hämadynamometer gelangen kann. In ersterem Falle stösst eine mit beträchtlicher Geschwindigkeit bewegte Blutsäule auf die ruhende Blutsäule der *carotis communis*. Nach *Spengler* betrug hierbei die Druckdifferenz beim Pferde nur 3,6^{mm}, nach *Volkmann* dagegen beim Pferde 35^{mm} und bei der Ziege 9^{mm}.***)

In andern Fällen können zwei Umstände leicht bewirken, dass das eingesetzte Hämadynamometer in kleineren Arterien einen geringeren Blutdruck anzeigt, als in grösseren, erstlich der Umstand, dass die kleineren Arterien im Allgemeinen zahlreichere Zweige abschicken und deswegen bei ihnen an dem verletzten Theile fortdauernde Blutungen schwerer zu vermeiden sind, und dass geringe Blutungen, die bei grösseren Gefässen nur einen geringen Einfluss auf den Stand des Hämadynamometers haben, bei kleinen Gefässen eine beträchtliche Verminderung des Blutdrucks im Hämadynamometer hervorbringen, ferner dass es bei kleinern Arterien schwerer ist, eine Beengung des Eingangs in den Hämadynamometer zu verhüten, als bei grösseren Arterien.

---

*) *Volkmann*, a. a. O. p. 174.

**) *Spengler, Symbolae ad theoriam de sanguinis flumine, Marburgi* 1843 und in *Volkmann's* Hämadynamik p. 166.

***) *Volkmann*, a. a. O. p. 166 u. 173.

Digitized by Google

Die Vorstellung, welche ich mir, gestützt auf *Th. Young's* Versuche und theoretische Auseinandersetzungen über den Druck des Blutes in den Arterien, gebildet habe, halte ich durch *Volkmann's* Versuche nicht für widerlegt.

Ich stimme darin mit ihm überein, dass der Blutdruck in den den Haargefässen näheren Arterien geringer sein müsse, als in den von ihnen entfernteren, denn sonst würde das Blut nicht nach den Haargefässen hinströmen. Auch die vorübergehende Zunahme, welche der Druck des Blutes in dem Augenblicke erfährt, wo die Pulswelle durch eine Arterie hindurch geht, muss in den vom Herzen entfernteren und den Haargefässen näheren Arterien etwas geringer sein, als in den dem Herzen näheren, denn denkt man sich die Höhlen der Aeste der Aorta zu einer Höhle vereinigt, so hat diese Höhle einen beträchtlich grösseren Querschnitt als die Aorta, und dieser Querschnitt wächst immer mehr, jemehr die Arterien den Haargefässen näher sind. So wie nun eine Schallwelle, die sich in der Luft ausbreitet, an lebendiger Kraft abnimmt, oder so wie eine kreisförmige Wasserwelle, wenn sie sich ausbreitet und zu einem grösseren Kreise wird, an Höhe abnimmt, *) so nimmt auch die Grösse der Pulswelle ab, je mehr sie sich auf eine grössere Flüssigkeitsmenge ausbreitet. **)

Sowie die in der Orgel befindliche Windlade dazu bestimmt ist, dass die von den Bälgen in sie eingepumpte Luft in ihr sich anhäufe, unter einem hohen und gleichen Drucke stehe und von da aus in alle mit der Windlade in Verbindung stehenden Pfeifen mit gleicher Kraft einströme, die Pfeifen mögen dem Orte, wo die Luft in die Windlade eintritt, nahe oder entfernt sein, so hat man sich die grösseren Arterien als einen Behälter vorzustellen, in welchem sich das Blut der Blutwellen angehäuft und der Druck derselben sich summirt hat, so dass das Blut von da aus in alle kleineren Arterien, sie mögen dem Herzen näher oder von ihm entfernter sein, mit ziemlich gleicher Kraft einströmt.

---

*) Siehe unsere Versuche hierüber: *Wellenlehre* p. 192—194.

**) An den durch das Kymographion registrirten Druckcurven, welche *Volkmann* bei dem Schafe beobachtete, als er das eine Instrument in der *Carotis communis* nach dem Herzen hinrichtete, das andere gleichzeitig in dieselbe nach den Zweigen zu einbrachte, beruhete der gefundene Druckunterschied fast nur auf der verschiedenen Grösse der Pulswellen. Siehe Hämodynamik, Taf. VII Fig. 2.

Digitized by Google

Es ist für die Verrichtung der Haargefässe nicht gleichgültig, durch welchen Druck das Blut in sie hineingetrieben wird. Eine kleine Erhöhung desselben verursacht schon eine Ausdehnung der Wände der Haargefässe und ein vermehrtes Durchschwitzen von Flüssigkeit durch dieselben, so wie auch ein schnelleres Hinüberströmen in die Venen. Wäre der Druck des Blutes in den dem Herzen näheren und von ihm entfernteren Arterien beträchtlich verschieden, so hätten die Haargefässe in einem dem Herzen näheren Theile anders gebauet sein müssen als in einem von ihm entfernteren Theile. Es hätten die Wände der Haargefässe desto dichter und undurchgänglicher sein, und der Durchmesser ihrer Höhle desto enger oder die enge Strecke desto länger sein müssen, mit je grösserer Kraft das Blut in sie eingetrieben worden wäre, damit die Menge der durch die Haargefässe durchschwitzenden Flüssigkeit und die Geschwindigkeit des durch sie in die Venen strömenden Blutes an den verschiedenen Orten gleich wäre.

Dass der Druck des Blutes in allen grösseren Arterien ziemlich gleich sei, wird durch die verhältnissmässig geringe Friction daselbst und durch das Aufstauen desselben und die allmälige Reflexion der Pulswellen erreicht. Von der Grösse dieser Aufstauung des Blutes und der Summirung des von jeder Pulswelle hervorgebrachten Drucks in den Arterien erhält man eine Vorstellung, wenn man bedenkt, dass der Druck des Blutes in den grösseren Arterien, in der *carotis* oder *cruralis*, nach den Untersuchungen von *Hales**) 10 bis 12 Mal so gross ist, als in den grossen Venen, womit ziemlich übereinstimmt, dass er in den Arterien nach *Ludwig's***) Messungen im ungünstigsten Falle mindestens 10 Mal grösser ist als in den entsprechenden Venen,***) und dass dieser Druck im Momente, wo die Pulswelle

---

*) *Hales, Statik des Geblüts*, übersetzt, Halle 1784. 4. p. 57.

**) *Ludwig* und *Mogk* in *Henle* und *Pfeuffer, Zeitschrift für rationelle Medizin*. Bd. III. 1844. p. 72.

***) Nach *Volkmann* verhielt sich der Druck des Blutes, welcher durch vier mit Quecksilber gefüllte Hämadynamometer beim Kalbe gleichzeitig beobachtet wurde, in der

Art. carotis.	*Vena jugularis*	*Art. metatarsi*	*Vena metatarsi*
= 165,5 mm	= 9,0 mm	= 146,0 mm	= 27,5 mm

und also in der *A. carotis* und *V. jugularis* wie 18,3 zu 1
und in der *A. metatarsi* und *V. metatarsi* wie 5,3 : 1.

Digitized by Google

durch diese Arterien hindurchgeht nach meinen Berechnungen, die sich auf *Volkmann's* interessante Abbildungen der Pulswellen mittelst des von *Ludwig* erfundenen Kymographion*) gründen, bei Säugethieren, deren Pulswellen sehr gross sind, aber sich selten wiederholen, um eine Grösse, die zwischen $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{5}$ liegt, und bei andern, deren Pulswellen sehr klein sind, sich aber oft wiederholen, beinahe nur um $\frac{1}{100}$ vergrössert wird.

Ich wähle von den drei Beobachtungen *Volkmann's*, die an einem Kalbe, an einem Pferde und an einer Ziege gemacht wurden, nur die am Kalbe gemachte aus, weil der Blutdruck in den Arterien des Pferdes und der Ziege allzuniedrig war und sich also diese Thiere nicht im normalen Zustande zu befinden schienen. S. *Volkmann's* Hämadynamik p. 173.

*) Das Kymographion ist ein mit einem Schwimmer versehenes Hämadynamometer, das so eingerichtet ist, dass der mit dem Quecksilber steigende und sinkende Schwimmer auf der senkrechten Oberfläche eines Papierstreifens, der durch ein Uhrwerk mit bestimmter gleichmässiger Geschwindigkeit bewegt wird, eine Linie zieht und dadurch die Bewegungen der Quecksilberoberfläche registrirt.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

Digitized by Google

Fig I.

Fig XIII.

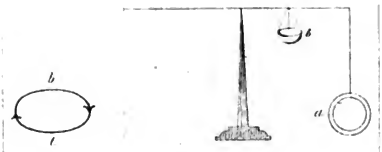


Fig V.

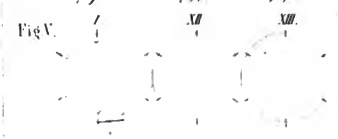
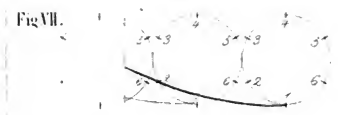
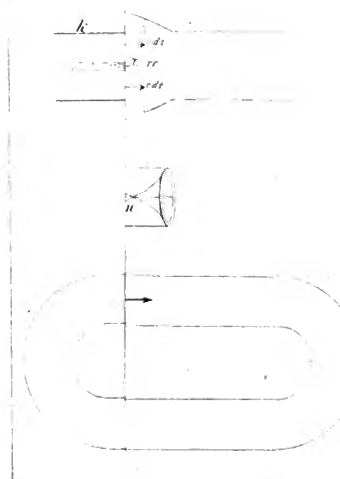


Fig VI.

Fig VII.





Digitized by Google

Digitized by Google

In der Weidmann'schen Buchhandlung sind erschienen:

ABHANDLUNGEN bei Begründung der Kön. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften am Tage der zweihundertjährigen Geburtsfeier Leibnizens herausgegeben von der Jablonowskischen Gesellschaft. Mit Leibnizens Bildniss. Hoch 4. 1846. 5 Thlr.

PREISSCHRIFTEN gekrönt und herausgegeben von der Jablonowskischen Gesellschaft. I. Hoch 4. 1847. 20 Ngr.

Inhalt: H. GRASSMANN Geometrische Analyse geknüpft an die von Leibniz erfundene geometrische Charakteristik. Mit einer erläuternden Abhandlung von *A. F. Möbius*.

—— N° II. Hoch 4. 1850. 16 Ngr.

Inhalt: H. B. GEINITZ, das Quadergebirge oder die Kreideformation in Sachsen. Mit 1 col. Tafel.

—— N° III. Hoch 4. 1851.

Inhalt: J. ZECH, Astronomische Untersuchungen über die Mondfinsternisse des Algamest.

BERICHTE über die Verhandlungen der Königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig. Aus den Jahren 1846 u. 1847. 12 Hefte in gr. 8. à 10 Ngr.

—— Aus dem Jahre 1848. 6 Hefte in gr. 8. à 10 Ngr.

—— der philologisch-historischen Classe. 1849. 5 Hefte. 1850. 4 Hefte. gr. 8. à 10 Ngr.

—— der mathematisch-physischen Classe. 1849. 3 Hefte. 1850. 3 Hefte. gr. 8. à 10 Ngr.

ABHANDLUNGEN der mathematisch-physischen Classe der Königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften. Bd. I. Hoch 4. 1850. Dieselben werden in Heften herausgegeben und es sind bis jetzt zu haben:

P. A. HANSEN, Allgemeine Auflösung eines beliebigen Systems von linearischen Gleichungen. — Ueber die Entwickelung der Grösse $(1 - 2\alpha H + \alpha^2)^{-\frac{1}{2}}$ nach den Potenzen von α. 12 Ngr.

A. F. MÖBIUS, Ueber die Grundformen der Linien der dritten Ordnung. 24 Ngr.

C. F. NAUMANN, über die cyclocentrische Conchospirale und über das Windungsgesetz von Planorbis Corneus. 10 Ngr.

A. SEEBECK, über die Querschwingungen gespannter und nicht gespannter elastischer Stäbe. 10 Ngr.

W. WEBER, über elektrodynamische Maassbestimmungen, insbesondere Widerstandsmessungen. 1 Thlr.

ABHANDLUNGEN der philologisch-historischen Classe der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. I. Band. Hoch 4. 1850. 6 Thlr.

Inhalt: A. WESTERMANN, Untersuchungen über die in die attischen Redner eingelegten Urkunden. 1 Thlr.

F. A. UKERT, über Dämonen, Heroen und Genien. 24 Ngr.

TH. MOMMSEN, über das römische Münzwesen. 1 Thlr. 20 Ngr.

E. v. WIETERSHEIM, der Feldzug des Germanicus an der Weser im Jahre 16 n. Chr. Geburt. 1 Thlr.

G. HARTENSTEIN, Darstellung der Rechtsphilosophie des Hugo Grotius. 20 Ngr.

TH. MOMMSEN, über den Chronographen vom Jahre 354. 1 Thlr. 10 Ngr.

Digitized by Google

INHALT.

Seite

Lehmann, einige vergleichende Analysen des Blutes der Pfortader und der Lebervenen 131

E. H. Weber, Ueber die Anwendung der Wellenlehre auf die Lehre vom Kreislauf des Blutes und insbesondere auf die Pulslehre . 164

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

Digitized by Google

Digitized by Google

3 2044 106 283 187

Digitized by Google

Digitized by Google